SLIKE

IZ

OBĆEGA ZEMLJOPISA.

Marko Benedik

Prosinac 1889

M. Benedikt

POUČNA KNJIŽNICA „MATICE HRVATSKE.“

KNJIGA XIII.

SLIKE
IZ
OBĆEGA ZEMLJOPISA.

NAPISAO

DR. IVAN HOIĆ.

KNJIGA PRVA.

ZAGREB.

TISAK DIONIČKE TISKARE.

1888.

Ledeno more (Mer de Glace) pod Mont-Blancom.

(Str. 327.)

SLIKE

IZ

OBĆEGA ZEMLJOPISA.

NAPISAO

DR. IVAN HOIĆ.

KNJIGA PRVA.

SA 60 SLIKA I JEDNOM ZEMLJOPISNOM KARTOM
(ZEMALJSKE POLUTKE).

NAGRADJENO IZ ZAKLADE GROFA IV. NEP. DRAŠKOVIĆA
ZA GODINU 1887.

ZAGREB.

NAKLADA »MATICE HRVATSKE«.

1888.

Ne ima naučnoga polja, na kojem bi se danas tolika radinost razvijala i gdje bi toliko takmenje vladalo, kao na polju zemljopisne znanosti. To je razlog, da je ta razmjerno mlada znanost vanredno napredovala i u velike se usavršila. Kako se danas shvaća zemljopis, ne ima staleža niti nauke, kojoj ne bi bio on od potrebe. Zemljopis nije u naše doba kao njekoć pomoćnik samo poviesti, već ga sve nauke zovu u pomoć. Učenjak ma kakove struke, političar, trgovac, ekonom, upravo svaki, koji se u istinu kani naobraziti, mora da si pribavi zemljopisnoga znanja.

Jer su se u novije doba sve grane ljudskoga znanja znamenito razširile, ne može se pojedinac u svaku struku uputiti, pa napokon to nije ni potrebno; nu bez zemljopisnoga znanja ne može se nitko brojiti med ljude naobražene. Pak doista zemljopisna znanost ide danas med one nauke, koje su i ljudem, koji se ne bave mnogo knjigom, vrlo drage i ugodne. S toga ima u drugih naroda u izobilju zemljopisnih knjiga, koje su brzo postale svojinom obrazovanih krugova. To me je potaklo, da napišem za hrvatsko obćinstvo obširniji zemljopis. „Matica Hrvatska“, koja je u nas u posljednje vrieme vanredno mnogo privriedila za naobrazbu srednjega staleža, prihvatila je moju osnovu, te podaje evo prvi svezak moga književnog truda, sadržavajući: „Slike iz obćega zemljopisa“, na ruke svojim članovom.

Pišući ovaj prvi obći dio zemljopisne nauke često sam osjećao poznatu istinu, kako je naime težko popularno i zanimljivo predočiti same po sebi dosta suhoparne temelje zemljopisa. U jednu ruku obsežna su to pitanja, ogromna na tom polju iztraživanja, pak je vrlo mučno prikazati u njekoliko poglavjâ povjestni razvitak iztraživanja i njihove rezultate. U drugu opet ruku trebalo je s obzirom na šire obćinstvo, kojemu su „Matičine“ knjige namie-

2017532

njene, kaniti se znanstvenoga načina pisanja, pak poradi toga sam i samo znanstveno uobičajeno zemljopisno nazivlje po mogućnosti nastojao pohrvatiti, akoprem rado priznajem, da ovi hrvatski prievodi svagdje tačno ne odgovaraju obćemu geografičkom nazivlju. Ja nastojah, da i onaj dosta znatni broj članova „Matice“, koji nije imao prilike, da si prve pojmove o zemljopisu u školi prisvoji, u ovoj knjizi nadje dostatne, njemu shvatljive pouke o zemlji, kojoj smo mi doduše kao najsavršeniji stvorovi gospodari, ali smo pri svakom svom dahu i koraku ovisni o njoj i o njezinih pojavih.

Iza uvoda u obći zemljopis razpravlja se u prvih poglavjih o zemlji kao zviezdi u kratko, samo na koliko je potrebno, da se razumije prirodni zemljopis; ostala poglavja govore o kopnu, vodi i zraku. Ovaj prvi svezak može se smatrati kao pristup k potanjemu opisivanju pojedinih zemalja, koje ću nastaviti u sliedećih svezcih.

Pri izradbi ove knjige rabila su mi sliedeća djela: Hann-Hochstetter-Pokorny: Allg. Erdkunde; Peschel: Neue Probleme i Phys. Erdkunde; Ratzel: Die Erde; Klein-Thome: Die Erde; Klöden: Handbuch d. phys. Erdkunde; Supan: Grundzüge d. phys. Erdkunde. Nu najviše sam sliedio zanimljivo djelo: Reclus-Ule: La terre — die Erde. Duhoviti je Francuz u tom djelu prekrasno opisao zemljopisne pojave, pak sam na mnogih mjestih pod navodnim znakom doslovce naveo njegove rieči.

„Matica Hrvatska“ naručila je krasne slike i osobito dobro izradjen planiglob (zemaljske polutke), da ovaj moj prvienac u „Matičinih“ publikacijah izadje u što ljepšem ruhu. Budi joj za to od mene osobita hvala!

Pisac.

Uvod u obći zemljopis.

O čem govori zemljopis. — Astronomijski ili matematički zemljopis. — Prirodni zemljopis. — Kulturni ili povjestni zemljopis ili antropogeografija. — Kako tumači antropogeografija razvitak starih naroda. — Grane kulturnoga zemljopisa. — Herbart o zemljopisu. — Kako se je zemljopis razvijao od najstarijih vremena do danas. — Znamenitost pojedinih grana prirodnih znanosti po zemljopis. — Montesquieu o doticaju zemljopisa s poviesti. — Humboldt i Ritter osnivači današnjega zemljopisa.

Zemljopis (geografija) nas uči sve što se znade o zemlji, kano o biću u svemiru. On opisuje u jednu ruku oblike i pojave na zemaljskom površju i proučava njihovo djelovanje na mnogostručni ustrojni (organički) život, u drugu pak ruku shvaća zemlju kao obitavalište ljudi i predočuje, kako razvitak i poviest čovječanstva ovisi o prirodnih svojstvih zemlje.

Zemlja nije sama za se, posve samosvojno tielo, već kano dio sunčanoga sustava, kano „zviezda med zviezdami“, suvisi s ostalimi nebeskimi tjelesi. Zakoni privlačivosti sputali su zemlju sa suncem, bez kojega bi zemlja bila strahotna pustinja, bez svjetla i topline. Osebujni položaj zemlje prema suncu i dvostruko kretanje njezino uzročuje pravilnu izmjenu godišnjih doba i zgodnu promjenu dana i noći. Na putište zemlje utječu ostale zviezde sunčanoga sustava. Napose mjesec razsvjetljuje svojim prijatnim svjetlom noći; njegovo se djelovanje opaža za pomrčanja sunca, privlačiva se pak njegova sila osobito javlja za plime i osjeke. A kako se silno doimlje čovječjega čuvstva neizmjeran broj zviezda stajačica! Veličina i oblik zemlje, sjegurno razpoznavanje na zemaljskoj kruglji, tačna razdioba vremena, o kojoj ovise svi odnošaji čovječjega života, sve se to upoznalo iztraživanjem i mjerenjem svemira i zviezda stajačica, „jer su nebesa dala zemlji mjeru za prostor i vrieme“. Ovaj dio zemljopisa, koji posmatra zemlju kao zviezdu i odnošaj njezin prema ostalim nebeskim tjelesom, zove se astronomijski (zvjezdarski) ili matematički zemljopis.

Druga je mnogo znamenitija zadaća zemljopisu, da upozna i izpita prirodna svojstva zemaljskoga površja. Tu nam on predočuje, kako je kopno i voda podieljena na zemlji, a kako oba počela (elementa) jedan u drugi zasežu, te kako se na kopnu izmjenjuju gore sa dolinami, uzvisitosti sa nizinami. On nadalje izpituje, opisuje i zorno prikazuje veličinu i razvitak pojedinih mora, zatim uči, kako vode neprestano preobrazuju površje zemaljsko. Zemljopis doduše prepušta svojim sestram, geologiji i geognoziji (naukam o zemaljskoj kori), da dokažu, kako se je lice zemlje tečajem tisuća godina mienjalo, ali ih zove u pomoć, kad tumači sadašnje oblike kopna kao proizvode vulkanske djelatnosti ili razpadanja. Zemljopis pomoću tih znanosti razlaže razvitak obala, lamanje pećina i postanak špilja; nadalje zaključuje po raznih naslagah kamenja o plodnosti tla, obilju ruda i t. d.

Povrh toga izučava zemljopis, zašto je zrak, koji odasvud okružuje zemlju, sad topao sad opet hladan, ovamo suh a onamo vlažan, gdjekada miran, gdjekada opet nemiran, pak tumači, kako to ovisi o toplini sunčanih trakova, visini tla, blizini mora itd. Tlo sa podnebljem ili pospješuje ili pak prieči uspievanje bilina i životinja. Zemljopis vrsta biline i životinje po pojasih razlažući, kako ovise o prirodnih odnošajih. Životinjstvo (fauna) i bilinstvo (flora) razvija se zbog obilne oborine i topline najbujnije u vrućem pojasu, dočim u hladnijih priedjelih, gdje je uz to slaba oborina, ne ima niti toliko bilja niti životinja. U stepnih priedjelih odolievaju jedino razne trave sa svojimi podzemnimi podanci dugotrajnoj suši; od životinja ima tuj samo glodavaca, koji se korienjem hrane. U nizinah pak, koje su zarasle bujnimi travišti, ima čitavih stada kopitara, na koje onda vrebaju razni grabežljivci. Sve spomenute grane zemljopisnoga iztraživanja zovu se jednim imenom prirodni zemljopis ili fizikalna geografija.

Uzajamni vez, koji postoji med prirodnimi odnošaji zemaljskoga površja i ustrojnim životom u obće, imenito pak razvitkom čovječanstva, proučava takodjer zemljopis. Ovaj pače dio zemljopisa spada med najuzvišenije zadaće naše znanosti, te ga zovu kulturnim ili poviestnim zemljopisom zbog mnogovrstnoga doticaja sa poviešću; — u novije vrieme zove se i antropogeografijom, t. j. naukom o utjecaju prirode na čovjeka.

Povjestni ili kulturni zemljopis govori o tom, kako je razširen ljudski rod po zemlji i kako se dieli na plemena i na jezične grane, zatim na narode i države; on razjašnjuje, kako djeluje priroda na tielo, duh, ćudoredje raznih naroda. Priroda ne utječe uviek jednako na raz-

vitak čovječanstva, ali o tom ne ima sumnje, da poviest najstarijih naroda ovisi ponajviše o prirodnih odnošajih. U kasnije doba čovjek već manje robuje prirodi, jer joj se nastojao po malo oteti, ter se je svimi silami upro, da svlada prirodne zapreke napredka. Čim je čovjek započeo borbu sa prirodom, probudiše se u njem duševne sposobnosti, a tim započe uljudba ili kultura. Gdje nije borbe za obstanak s prirodom, gdje ova sama darežljivo podaje čovjeku i bez njegova utjecanja sve, što mu treba za život, tamo ne ima znatnijega napredka (n. pr. u području sago-paome i hljebovca u vrućem pojasu). No kao što je rad temelj, tako je dioba radnje prvi uvjet napredovanju u uljudbi. S toga ne ima uljudbe ili kulture ni u sjevernom ni u južnom ledenom pojasu, jer nimalo ne prija ni jedan ni drugi udruživanju ljudi. Jer ne gledeć na to, što hladno podneblje ubija tjelesnu osjetljivost, s kojom tiesno suvisi svaki duševni rad, žitelji su studenih pojasa, jer ne imaju koristnih bilina ni životinja, upućeni na lov i ribarenje, a to se zanimanje već samo po sebi protivi udruživanju i velikoj gustoći žiteljstva. Uljudba dakle niče te se razvija jedino u takovih priedjelih, gdje doduše treba čovjek marljivo da radi, ali ima za to sve prilike, pak mu priroda rad obilno nagradjuje. Što su takovi krajevi plodniji, to sve više raste gustoća žiteljstva a uzporedo se razvija i kultura. T a k o v i s u p r i e d j e l i n a j b l i ž i v r u ć e m u p o j a s u (subtropski pojas). Ako prispodobimo u tom pogledu s t a r i sviet sa n o v i m, opazit ćemo, da je posve naravno, da se je prva uljudba ili kultura zametnula i napredovala u starom svietu.

Glavna je razlika med oba svieta, što je stari sviet prostorom još jedanput tolik kao novi i što se stari sviet prostire u širinu od zapada na iztok. Budući da je stari sviet gotovo još jedanput tolik kao novi, mogao se je u njem razviti mnogo veći broj vrsti bilina i životinja, koje su se pod istom zemljopisnom širinom lako na sve krajeve širile. Nasuprot novi sviet s manjim površjem, protežući se od sjevera k jugu, sastoji k tomu od dva kopna, koja su još u kasno geoložko doba bila razstavljena, imajući svako svoje prirodnine. To je razlog, da je stari sviet bogatstvom vrsti i izdašnošću bilina i životinja na daleko pretekao novi sviet. Stari je sviet imao za poljodjelstvo mnogobrojne i obilate žitarice (pšenicu, raž, ječam, proso, zob, rižu itd.) i sočivice (leću, grašak, bob itd.), dočim se je u novom svietu na daleko razširio jedini korun i kukuruz. Staromu svietu pripadaju lan, konoplja, vinova loza i razne vrsti voća umjerenoga pojasa, tih pak bilina ne bijaše u novom svietu. K tomu je

vrlo znamenito, što stari sviet ne pretječe novoga samo bogatstvom vrsti pitomih životinja, nego što su ujedno životinje staroga svieta veće i jače te mnogo koristnije po gospodarstvo nego li životinje novoga svieta. Životinjâ, koje su od velike koristi za gospodarstvo svojim mliekom (goveda, koze, ovce) nije poznavao novi sviet; jedini sob bijaše u oba svieta. Stari je sviet osim goveda i soba imao još slona, devu, magarca i konja, izvrstne životinje za tovar i tegljenje, dočim je u novom svietu jedina lama donjekle nadomjestila devu, jer sob i bizon niesu bili pripitomljeni, a drugih za poljodjelstvo i tegljenje znatnih životinja nije ni bilo. Zemlje staroga svieta napokon sa svojimi liepo razvijenimi riečnimi dolinami, sredozemnimi mori i mnogostručnom razitom (horizontalnom) i visinskom (vertikalnom) razgranom osobito prijaju stalnomu naseljivanju ljudi, lakomu obćenju i osnivanju država.

Sve nam to jasno kaže, da su jedini zemljopisni odnošaji uzrokom, što se je u pojasu staroga svieta, koji je najbliži vrućemu, a obično se zove subtropski, prije nego li u novom svietu uljudba ili kultura razvila. Unutar toga pojasa razmjerno je dosta maleno područje, u kojem je začela poviest starih naroda. Za to područje posred subtropskoga pojasa na obalah Sredozemnoga mora dala su sva tri kopna staroga svieta svoje najljepše zemlje. Taj kulturni pojas dopirući na jug do rakova obratnika ($23\frac{1}{2}^{0}$ sjev. šir.) a na sjever sežući tek s poviešću Rima preko 40^{0} sjev. šir. ide od Hindustana preko vrelišta Oksa i Jaksarta sjevernim Iranom, Malom Azijom s obje strane Sredozemnoga mora sve do Gibraltara.

Ipak se ne smije pretjerivati znamenitost prirode na razvoj ljudski, kano da bi joj se čovjek morao sliepo u svem pokoravati. Čovjek se može neumornim radom okoristiti prednostmi njekoga priedjela, ali ih nemarom može i zapustiti. Tako se n. pr. na veoma razvijenih obalah sa mnogimi kopnenimi otoci doduše lako odgoje vješti mornari, pa ipak je na Egejskom otočnom moru postao mornar Grk a nije Osmanlija, a na burnoj, punoj grebena i fjordova obali Norvežkoj žacao se Lapljanin plovitbe na otvorenom moru, dočim se je Normanac prvi usudio preko Atlantskoga oceana dokučiti novi sviet. Isto tako treba da se iztakne jakost, neumorni rad i naprezanje ljudi već u prvom početku poviesti staroga svieta. Stari su naime narodi upravo s toga, što su spomenute zemlje imale tolike prednosti pred drugimi, borili se za njihov posjed, te je napokon jedino najžilavijim i najdarovitijim uspjelo stalno se naseliti u tih

zemljah. Po tom je najstarija uljudba ili kultura proizvod najboljih zemalja i djelo najboljih naroda.

Ovako eto kulturni zemljopis razlaže razvitak poviesti na osnovu prirode. Najznatnije su grane kulturnoga zemljopisa nauka o narodih i nauka o državah, t. j. politički zemljopis. Ovaj je potonji zbog neposredne koristi za praktički život osobito znamenit kod školske obuke.

Po svem, što smo dosele spomenuli, bit će nam jasno, zašto je umnik Herbart nazvao zemljopis onom znanošću, koja spaja u cjelinu raznolika područja ljudskoga znanja. Makar da po tom zemljopis svoju gradju prima iz prirodnih znanosti i poviesti, ipak je samosvojna znanost, i to ne samo, što joj početci sežu do najstarijih vremena, već i s toga, što kao nijedna druga znanost posmatra zemlju kao cjelinu, izpitujući i opisujući zamjeniti odnošaj med prirodom i čovjekom.

Spomenimo još u krupnih crtah povjestni razvitak ove znanosti.

Zemljopis su već mnogi učeni muževi u starom vieku njegovali, ali za onda nije se on još mogao uzdići do prave znanosti. Ta prvi početci te znanosti niesu bili samo prostorno omedjeni, već i skroz površni, jer su stari shvaćali zemljopisne pojave same za se, a niesu im tražili uzrokâ. Nadalje su kod starih naroda osnovni pojmovi o spodobi, veličini i položaju zemlje u svemiru bili posve krivi. Tek početkom 19. stoljeća uzpeo se zemljopis ponajviše nastojanjem i radom Aleksandra Humboldta i Karla Rittera do čvrstoga osnova kao prava znanost. Čitava stoljeća i tisuće godina do našega vremena mogu se smatrati samo pripravom ili uvodom u našu znanost. Za to se je vrieme sakupljala ogromna gradja, pripravljalo se tako rekuć materijalno i duševno orudje, kojim se je istom u naše doba doprlo do uzroka i posljedica raznim pojavom na zemlji i time stvorila današnja zemljopisna znanost.

U staroj je Grčkoj prvi put čovjek stao promatrati prirodu i sama sebe, i Grci stari su prvi uočili uzajamno djelovanje prirode i poviesti. U Joniji, tom najklasičnijem priedjelu uzvišenih ideala, koji se nalazi na našoj zemlji, nastadoše prvi čarobni spomenici osebujnog poviestnog nevezanog sloga, od kojega nam je ponajbolje djelo preostalo: poviest Herodotova. Još se u tom djelu amo tamo blistaju traci pjesničtva, ali jezgra mu je ipak dragocjena smjesa zemljopisnih, narodopisnih i poviestnih viesti. Prvi su se počeli zanimati zemljopisom grčki mudraci. Nu predmetom njihovih iztraživanja bijahu jedino im pristupne primorske zemlje oko Sredozemnoga mora.

K tomu treba da pomislimo, kako su imali vrlo loša pomagala, da si stvore jasne pojmove o spodobi i veličini zemlje. Pa ipak su velikani grčki bud slutili bud nagadjali istine, koje su istom mnogo kasnije postale svojinom svih ljudi. Već su Pitagorovci tvrdili, da je zemlja okrugla; Ptolomej doda tomu novi dokaz. Atenjanin je Eratosten po stupnjevih prilično tačno opredielio veličinu zemlje. Što više, u spisih Pitagorovaca ima predmnjeva, po kojih se već donjekle dadu naslućivati veličanstvena odkrića slavnoga Kopernika. Napokon je učeni Strabon motreć i izpitujući pojave na zemlji izrekao znamenite rieči: „Po mojem mnienju treba da se sa zemljopisom postupa načinom filozofujućim i umujućim". Dodajmo i to, da su već povjestnici Polibij i Diodor, mudraci Platon i Aristotel, prirodoslovac Hipokrat i geograf Strabon držali, da podneblje i zemljopisni položaj zemalja znatno utječe na razvitak i sudbinu naroda.

Premda su medjutim stari mudraci izrekli mnoge istine o zemlji, ipak je sve to bilo pomiešano s tolikimi bludnjami, da se nije mogla razlučiti istina od bludnje. Zemljopis u obće kod starih nije bio posebna znanost, već je samo jedan dio: „historiae naturalis (prirodopisa)".

Za seobe naroda zaspala su i odkrića starih mudraca na polju zemljopisne znanosti, i njekoliko je stoljeća minulo, dok su se ustalili narodi u svojih novih postojbinah. Malo po malo stala se je tako rekuć iz povoja razvijati nova uljudba, orošena vodom sv. krsta, a na rezultate staroga svieta u zemljopisu posve se zaboravilo. Zemlja je sredovječnim piscem okrugla ploča, koju ocean obljeva; ona je razdieljena na iztočnu (Aziju) i zapadnu polovicu, koja se opet dieli na dva jednaka diela (Evropu i Afriku). Upravo u sredini te zemaljske ploče bijaše Jeruzolim. — Sviet se je u obće malo zanimao za zemljopis, a za najsjevernije tačke Evrope nije se nitko brinuo; dapače nestalo je skoro traga viestim o Grönlandiji i iztočnih obalah sjeverne Amerike.

Jedini su Arapi u srednjem vieku njegovali zemljopisnu znanost, i poznavanje se zemlje njihovimi radnjami vanredno razširilo. A kako i ne bi! Ta Arapi su gospodovali gotovo svimi zemljami od zapadne obale Afričke i Španjolske pak na iztok do rieke Inda u Aziji. K tomu je na stotine hiljada Arapa svake godine hodočastilo u Meku na grob prorokov, i oni su visoko cienili baštinu klasičnih nauka; dapače kršćanska je Evropa donjekle došla do klasičnih spisa upravo njihovim posredničtvom. — U drugoj su polovici srednjega vieka križarske vojne znatno unapredile poznavanje zemlje. Kulturna se naime poviest imenito pod konac srednjega vieka osniva na doticaju zapada s iztokom. Kako su upravo križarske vojne

(„sredovječno iztočno pitanje“) djelovale na razvitak zapadnoga svieta, poznato je svakomu, tko je samo zavirio u svjetsku poviest. Makar da i niesu križarske vojne svoga prvobitnoga cilja postigle, ipak je i kasnije zapadni sviet ostao u doticaju s iztokom, napose preko Egipta i Male Azije. Daleki iztok (iztočnu Aziju) upoznala je začudjena Evropa iz znamenitoga djela Marka Pola (mletačkoga trgovca, starinom Dalmatinca), koji ide med najznatnije putnike po kopnu.

Prema koncu srednjega vieka zbile su se tako znamenite promjene u čovječanstvu, da se je u novom vieku u svih granah znanja i umjeća počelo stupati novim putem. Pomladak klasičnih znanosti (humanizam) i novi pravac u umjetnosti (renaissanca) gotovo posve promieni ljudske misli. Uz obnovu klasičnih znanosti najviše su utjecala veličanstvena odkrića koncem 15. stoljeća na našu znanost. S rezultati starih Grka na polju zemljopisa poslije duge stanke opet se upoznalo čovječanstvo, a novo odkrite zemlje poticale su na nova odkrića i iztraživanja. Zemljopisu stade svitati nova zora. Dakako da je s početka, imenito u 16. i 17. stoljeću, poticala mnoge nada za dobitkom, da traže i izpituju nove zemlje; nu ta su iztraživanja kao zrela voćka dobro došla našoj znanosti. Medjutim znanstveno zanimanje za nepoznate krajeve podržavalo se i širilo još i onda, kad je već jenjala nada za zemaljskim dobitkom. Dočim su naime u 16. i 17. stoljeću poduzimali putovanja u nepoznate krajeve smjeli pustolovi, latiše se već u 18. stoljeću toga posla kano vodje najznamenitiji učenjaci, koji su s pravim oduševljenjem neplašeći se niti stradanja niti poteżkoća niti velikih pogibelji neumorno nastojali, da obogate svojimi iztraživanji našu znanost. Tomu skroz nesebičnomu pregnuću i nastojanju imadu zahvaliti svoj početak mnogobrojna zemljopisna družtva, koja se u ovom stoljeću natječu sa darežljivimi vladari, da opreme skupocjene ekspedicije (putovanja) u strane nepoznate krajeve. Takova su plemenita poduzeća dan danas na dnevnom redu i to više nego ikada prije. Ta komu niesu poznate plovitbe na daleki sjever i smjelo prodiranje u unutrašnjost Afrike posljednjih decenija. A što su na tom polju privriedili učenjaci i putnici ruski po sjevernoj i središnjoj Aziji! Medjutim sva novija iztraživanja idu za tim, da rieše posebna podredjena pitanja. U obće pak smije se uztvrditi, da su iztraživanja po našem i po ostalih kopnih već početkom ovoga stoljeća dotle dotjerala, da su se iz preogromne gradje s njekom sigurnošću mogla izvoditi obćenita načela, t. j. da se je na osnovu sabrana znanja o zemlji mogla podići ponosna zgrada zemljopisa kao samosvojne znanosti.

Nije se medjutim u našem vieku samo prostorno razširilo poznavanje zemlje, nego je novijimi iztraživanji i u obsegu znanje o zemlji procvalo, odkad su se postupno njeke posebne znanosti od zemljopisa odružile i samostalno razvile s tom namjerom, da prirodne odnošaje naše zemlje s raznih strana izpitaju i prouče. Ovamo brojimo astronomiju (zvjezdarstvo), fiziku (prirodoslovje), kemiju. (lučbu), geologiju (nauku o zemaljskoj kori), botaniku (nauk o bilinstvu) i zoologiju (nauk o životinjah).

Prvo mjesto med spomenutimi znanostmi ide astronomiju. Velikani Kopernik, Kepler, Newton itd. privriedili su najviše za astronomiju. Sada tek dobro i jasno shvaćamo, kako ostala nebeska tjelesa djeluju na život na zemlji. Jedino s pomoću astronomije dadu se pojmiti n. pr. podnebni odnošaji na zemlji, gibanja mora itd. To je i razlog da se osnovna načela astronomije spominju i u zemljopisu. „Astronomijski nas zemljopis vodi do razumievanja zemljopisa“. Zato govore prva poglavja ovoga djela o zemlji kao zviezdi i o odnošaju njezinu prema ostalim zviezdam.

Razvitak fizike i kemije u novije doba usavršio je nauku o podzemnih silah, a time omogućio, da su izpitani i proučeni mnogi zemljopisni pojavi. Opažanji prirodnih pojava i raznimi pokusi upoznali su prirodoslovci prirodne zakone, po kojih djeluju podzemne sile od postanka svieta. Po tom su zemljopisni pojavi takovi dogodjaji, koji se sbivaju po stalnih fizičkih i kemijskih zakonih. Fizika uviek kaže, zašto se je što dogodilo. Zašto rieka tako brza i dere? zašto valja toliki mulj? zašto ima ušće deltasto? zašto ima Ruska ljeto žarko vruće, a zimu užasno studenu, zapadna pak Evropa blago ljeto i umjerenu zimu? itd. Na sva ta i slična pitanja odgovara nam fizika! Ovako si neprestano prisvaja zemljopis privrede fizike i kemije.

Isto tako i geologija promiče današnji zemljopis. Ona proučava zemaljsku koru, pak izpitujući njezine naslage nastoji doći do zaključaka o razvitku zemlje u prijašnjih dobah. Ona uči, da su gornji slojevi zemaljske kore nastali od prijašnjega kamenja i ostataka bilinskih i životinjskih, te su se naslagali u razne slojeve. Po okamenjenih bilinah i životinjah zaključuje s njekom sigurnošću na odnosnu starost tih slojeva. „Po okameninah prepoznaje geolog starost slojeva, kao što prepoznaje graditelj po slogu crkve dobu, u kojoj je crkva gradjena“. Po raznih oblicih okamenjenih životinja, kojih ima na najviših gorskih vrhuncih, zaključuje geologija, da su ti vrhunci razmjerno dosta kasno postali. Gorostasne Alpe mnogo su mladje nego li nizke gore po Njemačkoj. Valjalo je da su neizmjerne sile u

unutrašnjosti zemaljskoj djelovale, dok su se podigla tako ogromna gorja, dočim nasuprot od onda neprestano djeluje razarajuća sila vodâ, koje odnose mulj s visina u nizine ili pak na dno morsko. Geologija razpoznaje i živo predočuje, kako je pod uslojenim gorjem nastalo prelazno gorje, koje sastoji ponajviše od škriljevca. Produbemo li još dalje u utrobu zemaljsku, naići ćemo na krupne manje ledate tvari, koje niesu mogle nastati talogom, jer niesu uslojene. Po nauku geologije ti su balvani bili prije žarko tekući te su se učvrstili, dok se je zemlja ohladnjivala. Mnogobrojne pukotine, kojimi se odozdol potiskuju starije gromade, svjedoče, da su te gromade bile još žarko tekuće, dok su već gornji slojevi bili čvrsti i da se po tom zemaljska kora učvršćuje s gora dolje, t. j. s površja prema središtu. Odatle opet naslućujemo, da je još i danas pod čvrstom korom zemaljskom žarko vrijuća jezgra, što nam svjedoče vulkani i vruća vrela, i da je po svoj prilici čitava zemaljska kruglja u svom početku bila žarko vrijuća masa. Po nauku geologije nije dakle zemlja u današnjoj svojoj spodobi sasvim i posvema mirna, nepromjenljiva, već se s vremenom preobrazuje i razvija. Zemljopisni su pojavi po tom izražaji tiela puna života, učinci tačno izpitanih prirodnih zakona. Na taj je način zemljopis znanost, koja ne zanima samo naše pamćenje nego i razum, maštu, u obće čitav duh čovječji.

Još su dvie znanosti, koje su mnogo pripomogle, da se je usavršio zemljopis: botanika i zoologija. Noviji razvitak tih znanosti pokazuje sve jasnije, da biline i životinje ovise o površju zemaljskom. Pojasi bilina i životinja ovise o geoložkom sastavu dotičnoga tla. I to je potaklo učenjake, da pronadju uzroke, s kojih su nastale na iztočnoj polutci pustinje u južnoj Ruskoj stepi, a s kojih se razloga niesu mogle razviti tako orijaške životinje u novom svietu kao u starom itd. U Novoj Holandiji ima životinja takove vrsti, koje su već davno izumrle po ostalih kopnih. Po tom zaključujemo, da se je taj otok već davno od ostaloga kopna oddielio. Nasuprot mnogi osamljeni otoci mora da su se nedavna odtrgnuli od susjednih kopna, jer imaju s njimi iste vrsti bilina i životinja. Na isti su način mnoga kopnena jezera ostatci prijašnjih velikih mora, jer ima u njih takovih morskih životinja, kakove živu jedino u velikih morih. Spomenuti primjeri jasno svjedoče, kako su botanika i zoologija usavršile današnji zemljopis.

Spomenute prirodne znanosti, koje su od neprocjenive vriednosti za zemljopis, svjedoče, da je prirodni elemenat upravo osnov današnjemu zemljopisu, radi čega se i bavi najveći dio ove knjige (od

pogl. VI. do konca) prirodnim zemljopisom. Nu zemljopis stoji za pravo po sriedi med prirodnimi znanostmi i poviešću. On sakuplja, kao što smo gore primjeri pokazali, privrede prirodnih znanosti, da na njih sagradi poviest čovječanstva; on je u tiesnom savezu sa poviešću, narodopisom i statistikom. Već je u prošlom stoljeću umni Montesquieu duhovito razložio, kako suvisi razvitak i poviest naroda sa prirodnimi odnošaji onih zemalja, u kojih stanuju. A nije li upravo značajno, da su u našem vieku Humboldt (1769—1859) i Ritter (1779—1859), osnivajući današnji zemljopis, gradili ga onaj na prirodnih znanostih a ovaj na poviesti. Oba su težila za istim ciljem, premda svaki svojim putem. Humboldt je postigao svoj cilj s pomoću prirodnih znanosti i dalekimi putovanji po tropskoj, južnoj Americi i po stepah središnje Azije; Ritter pak izučavajuć neumorno putopise o raznih dielovih svieta i izpitujuć poviest ljudskoga rada s obzirom na prirodne odnošaje zemalja, u kojih se je razvijao.

Budući da su pojedine grane prirodnih znanosti u novije doba vanredno napredovale, to su učenici spomenutih velikana — imenito Peschel — u koječem izpravili nauku svojih učitelja, i u svojih sravnjujućih iztraživanjih o kulturnom zemljopisu veoma smjela načela razvili. Nu uza sve to ipak s punim pravom tvrdi Klöden, da se još i danas opis zemlje u glavnom oslanja o privrede Humboldtovih iztraživanja i da se svaki napredak u zemljopisu osniva na djelih Ritterovih.

I.

Zemlja, zviezda med zviezdami.

Zemlja i ostale zviezde. — Sunce. — Planeti unutrašnji i izvanjski; planetoidi. — Mjeseci. — Koji su planeti najsličniji zemlji. — Središnji položaj zemlje. — Čime pretječe zemlja sve ostale zviezde. — Nebeska tjelesa izvan sunčanoga sustava. — Bezkrajnost svemira. — Udaljenost stajačica. — Sva svemirska tjelesa sastoje od istih tvari. — Rimska cesta. — Maglice. — Zemlja je donjekle podpuni kosmos, slika i prilika bezkrajnoga svemira.

Zemlja nije sama u neizmjernom svemirskom prostoru. Kao zviezda med zviezdami lebdi ona na svom putištu, obilazeći za jednu godinu s u n c e, najveću zviezdu med obližnjimi zviezdami. Zemlju prati na njezinu putu manja zviezda, okrećući se oko zemlje a s njom oko sunca; ta zviezda, drugarica naše zemlje, jest m j e s e c. Kad sunce izlazi i opet kad zalazi, pojavi se pred zoru i u sumrak najprije sjajnosvietla zviezda Danica i Večernjica, koju zvjezdari zovu V e n e r o m. Za njom se malo po malo pokažu na nebeskom svodu nebrojene bud veće bud manje zviezde, ovamo same onamo opet u skupinah. Većina tih zviezda kruži na nebeskom svodu u većem ili manjem okrugu, nu izlazi svaki dan na istom mjestu, putuje istim putem i zalazi opet na istom mjestu. To su zviezde — s t a j a č i c e.

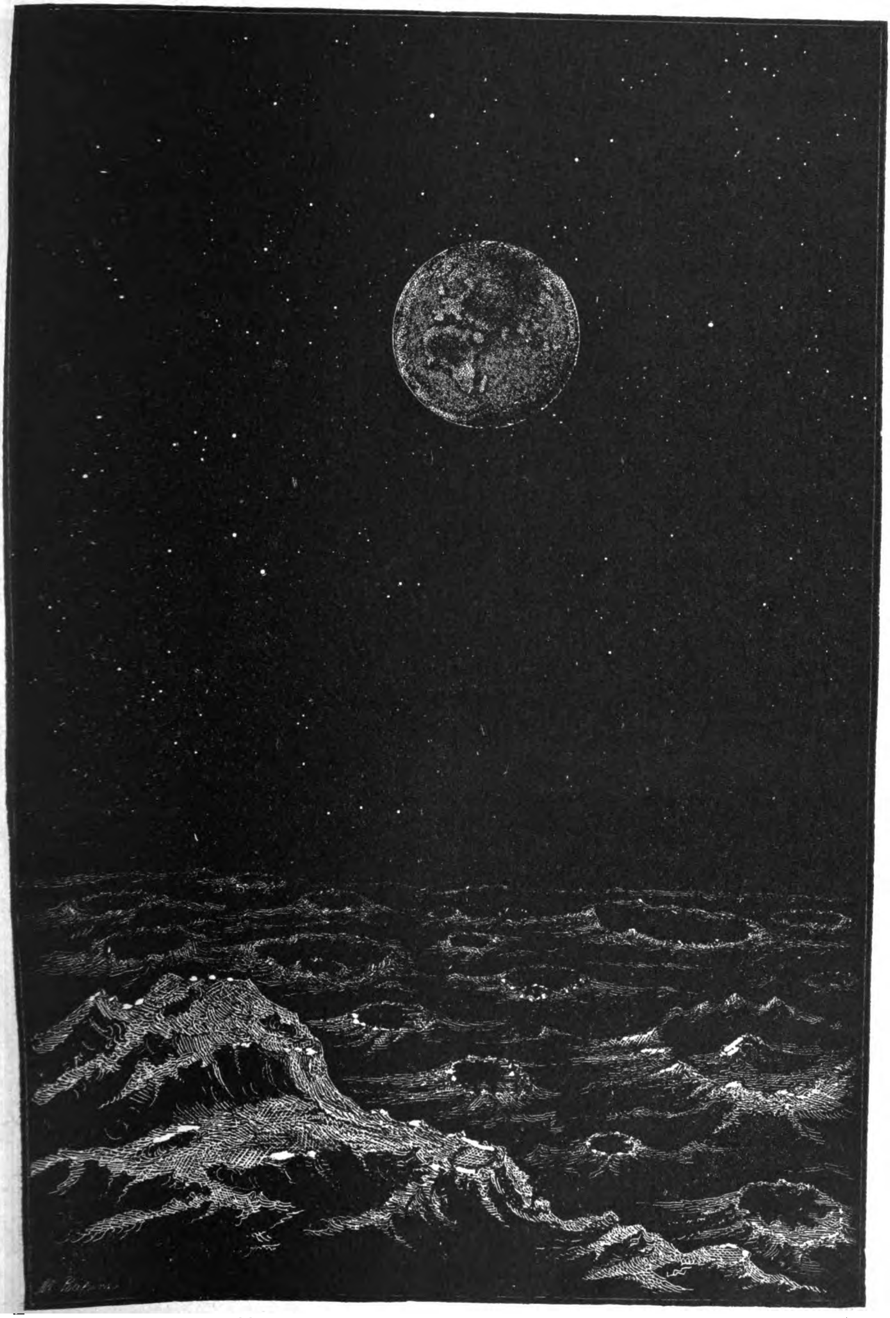
Druge opet zviezde putuju po dalekih putovih, te nam se donjekle pričinjaju veće, jer su nam znatno bliže. To su zviezde o b h o d n i c e ili p l a n e t e. K tomu ima zviezda, koje se iznenada pojave na nebeskom svodu, kano da ih je bacila njekakova nevidjena sila, a onda opet naglo izčeznu. Zvjezdari ih zovu l e t e ć i m i z v i e z d a m i, o k r e s n i c a m i. Napokon se pojavljuju njeke zviezde na nebeskom svodu posve nenadano, te se čine sve veće, dok nam se približuju, a zatim se umanjuju, dok konačno izčeznu. Njeke se tih zviezda opetovano pokazuju, druge opet izčeznu, a da se više ne vrate. To su r e p a t i c e ili k o m e t e. Nazvaše ih tako, što imaju osim sjajne glave manje više dugačak svietao rep. Prema ostalim zviezdam, koje imadu stalni okrugli oblik, repatice su neopredie-

ljena i promjenljiva oblika. Još su nepravilnije maglice i rimska cesta, koje kao bliedo-svietle pruge na nebeskom svodu stoje, nalične više na svietle magle nego li na jasno svietleća tjelesa. — To su nebeska tjelesa, koja vidimo. — Imade li još i drugih nebeskih tjelesa, kojih ne vidimo, to ne znamo o njih ništa, jer se naše znanje o zviezdah osniva na motrenju očima i raznimi dalekozori. (Sl. 1.)

Nebeska tjelesa, bila nam blizu ili pak udaljena, u stanovitom su odnošaju prema zemlji, pak s toga ne možemo o njoj govoriti, a da ne bi barem koju i o zviezdah spomenuli. Odnošaj je zviezda prema zemlji koje materijalni, koje pak idejalni, kadkada jači, kadkada opet slabiji. Ta tko bi se usudio odlučiti, da li je jači vez med zemljom i suncem, koje joj toplinu podaje, ili pak med zemljom i zviezdami, koje samo noću vidimo i koje tečajem mnogo tisuć godina, od kad ima ljudi na zemlji, napunjuju čovječju dušu slutnjom o božanstvu i o boljem nadzemskom životu na drugom svietu. Doista težko bi bilo vrstati zviezde uz zemlju po njihovoj znamenitosti: jedne su manje znamenite po zemlju a druge više, ali sve su vriedne spomena.

Mi smo kraj sve svoje ogromne znanosti i napredka neznatni u svakom pogledu: prekratka smo života, kratkovidni, omedjeni sredstvima, da shvatimo svemirske odnošaje onako, kako bi zavriedili po svojoj veličini. Najudaljenija zviezda mogla nam je njekoć blizu biti i na našu zemlju utjecati, ili se pak može za budućih vjekova zemlji približiti i na nju djelovati. Dosta je, ako reknemo: „sudbina je zemlje uzko skopčana s ostalimi nebeskimi tjelesi“. Dakako današnji je život naše zemlje najviše med svimi zviezdami ovisan o suncu. Bez njega ne bi bilo života na zemlji: biline, životinje i ljudi ne bi mogli bez sunčanoga svjetla i topline obstati. Najveći dio onoga, što na zemlji vidimo, raznolikost, obilje i krasota, koja nas nasladjuje, sve to ima život od sunca, te pripada samo na polak zemlji. Ona slika, koja pjesnikom često o čovjeku rabi, da siže svojom glavom visoko nebu pod oblake, a nogu da ne može podići sa zemlje, to dvojstvo njegova bića vriedi za sve, što na zemlji živi. K tomu je sunce i po tom za nas najznamenitije nebesko tielo, jer je glavna zviezda i središte sunčanoga sustava, u kojem ima i zemlja svoje mjesto.

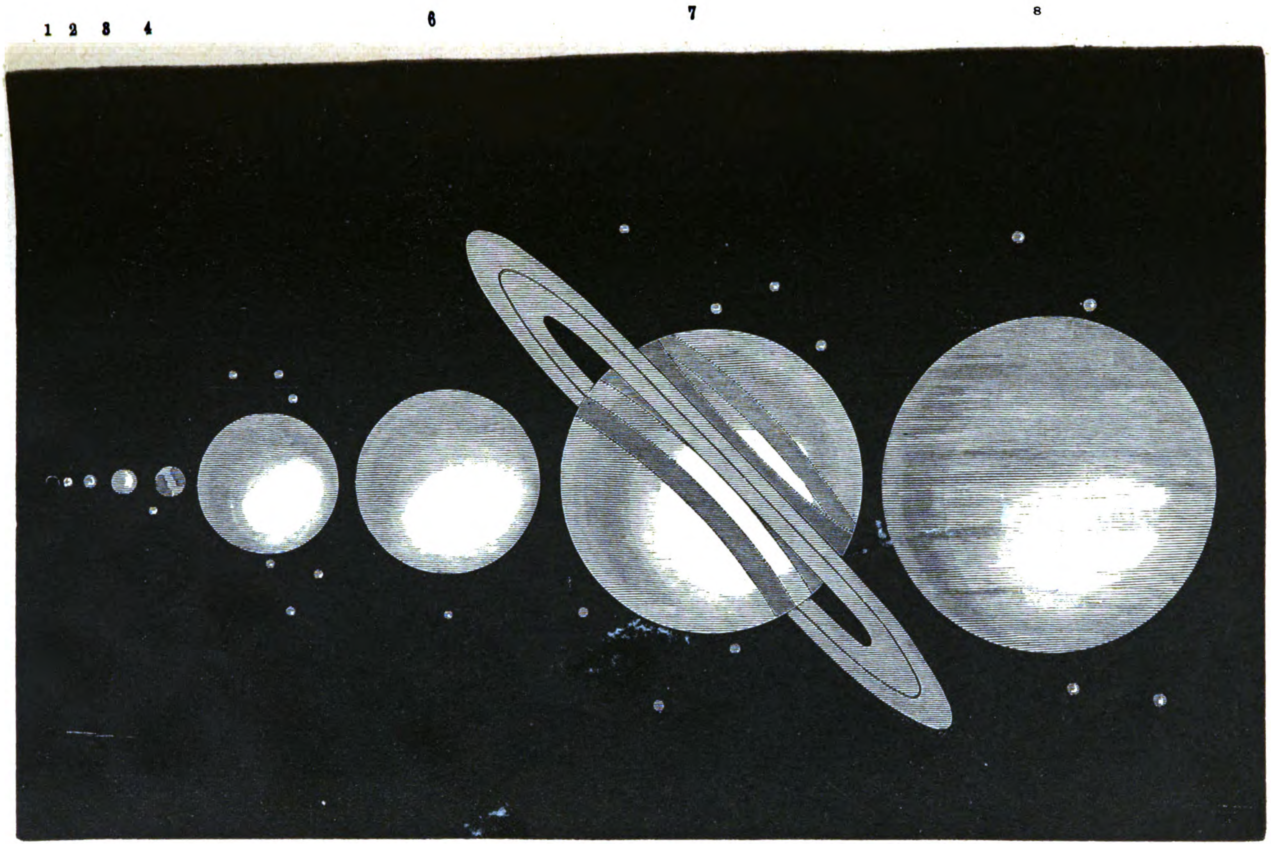
Dok se nije pronašao spektroskop (šarokaz), posve smo malo znali o prirodnih svojstvih sunca. S pomoću pak toga stroja, koji naše oko tako rekuć usposobljuje, da raztvarajuć gleda, pronašla su se zadnjih desetgodišta znamenita odkrića o dalekih svemirskih tjelesih kao i o



Sl. 1. Kako izgleda zemlja sa mjeseca.

suncu. Po tih je odkrićih sunce žarko tielo (**sunčana jezgra**), okruženo plameni usijanih plinova, što sastoje od posve jednostavnih tvari, koje na zemlji poznajemo, kao vodik, željezo, natrij, magnezij, kalcij i mn. dr. Plinovi u sunčanoj kruglji niesu uviek jednako svietli, već dižući se i gibljući se silnom brzinom stvaraju sunčane **pjege**, koje niesu ništa drugo već udubine na sunčanom tielu. Kadkada je sunce gotovo posve bez pjega, a kadkada ih ima puno, ter su pojedine velike kao zemaljski promjer. Opažalo se, da za stanovito vrieme raste i opada broj sunčanih pjega. Po računu njekih izmieni se svakih $11^1/_9$ godine najveća i najmanja množina pjega. S tom je izmjenom po mnienju njekih u savezu i zemaljski magnetizam. Ujedno se čini, da se prema množini sunčanih pjega takodjer izmjenjuju toplije i hladnije, zatim suše i vlažnije godine.

Pred neizmjernom veličinom sunca izčezava posve naša zemlja. Prispodobimo li sunce sa zemljom, onda ćemo tek vidjeti, kako je sunce tielo, kojega se veličina može doduše izračunati, ali se jedva dade pojmiti. Promjer je suncu 112 puta tolik kao promjer naše zemlje (12.760 km.), a u sunčanoj neizmjernoj kruglji bilo bi prostora za tielo, koje bi nadilazilo zemlju 1,259.712 puta. Da si ogromnost sunčane površine ponješto predstaviti uzmognemo, evo primjera. Parobrod, koji provali svakoga sata danju i noću po 36 km., ako bi bez prestanka jednakom brzinom plovio, obišao bi zemlju za 45 dana. Taj bi isti parobrod, da sunce obidje, trebao preko 5000 dana, t. j. gotovo 14 godina. Težina sunca je 740 puta tolika kao težina svih obhodnica ili 355.900 puta tolika kao težina zemlje, premda iznosi specifična težina sunca samo 1.46. Isto se tako moramo diviti neizmjernoj toplini sunčanoj, koja iznosi po **Newtonu** 1,669.300° C., po **Secchiu** 5,334.840° C., po **Rosettiu** 20.000° C., a po njekih drugih i manje, te se brojevi razilaze med 9,000.000° C. i 1.398° C. Pa ipak malena naša zemlja u jednom pogledu daleko nadilazi sunce; na njoj se je naime razvio ustrojni (organički) život, dočim po našem sudu nije bilo na suncu nikada ustrojnoga života, pa ga ne može nikada ni biti. U prijašnje su doduše doba njeki osobito rado tvrdili, da je na suncu moguć organički život. Još je **William Herschel**, zaveden tom tvrdnjom, držao, da je sunce tamna kruglja, obkoljena svietlom i razžarenom ljuskom. Takovi medjutim nazori skroz protuslove rezultatom (posljedkom) novijih prirodoslovnih iztraživanja. Odkada je napose dokazano spektralnom analizom, da je u suncu poradi neimjerne vrućine željezo neprestano plinovita oblika, ne misli nitko na to, da bi se mogao na suncu razviti ustrojni život. U tom dakle



Sl. 2. Razmjerna veličina obhodnica (planeta). 1. Merkur; 2. Mart; 3. Venera; 4. Zemlja; 5. Uran; 6. Neptun; 7. Saturn sa prstenom; 8. Jupiter.

pogledu vanredno nadvisuje zemlja sunce, tu velikansku ognjenu kruglju.

Oko glavnoga i središnjega tiela sunčanoga sustava okreću se manja nebeska tjelesa odredjenimi putišti. Svi ti putovi imadu oblik pakruglje (ellipse), kojoj je u jednom ognjištu sunce. Ta se nebeska tjelesa zovu obhodnice, planeti, ako se samo oko svoje osi i oko sunca kreću, mjeseci pak, ako se vrte oko svoje osi, oko obhodnica i zajedno s ovimi oko sunca, od kojega imaju i svjetlost. Velikih je 8 a malenih 245 obhodnica. Velike idu prema udaljenosti od sunca ovim redom: Merkur, Venera, Zemlja, Mart, Jupiter, Saturn, Uran i Neptun. Obično se diele na dvoje: na unutrašnje obhodnice, koje su suncu bliže, a osim toga se odlikuju gustoćom, gotovo jednakom gustoći zemlje, te se dosta jednakom brzinom kreću; zatim na izvanjske obhodnice, koje su mnogo veće od unutrašnjih, k tomu su manje gustoće, a mnogo se brže oko svoje osi vrte. Unutrašnje su obhodnice: Merkur, Venera, Zemlja i Mart; a izvanjske: Jupiter, Saturn, Uran i Neptun. Njeke su od njih same; i to: Merkur i Venera; od ostalih pak imade Zemlja 1, Mart 2, Jupiter 4, Saturn 8 mjeseci i jedan svietli prsten oko sebe, Uran 4 a Neptun 1 mjesec. Jupiter, najveći med drugovi Zemlje, ima 141.425 km. dugi promjer, Merkur pak, najmanji, ima 4.778 km. dugi promjer. Uzmemo li promjer zemlje kao jedinicu, to je promjer Jupitrov 11 puta tolik a Merkurov 0,37 ili $^1/_3$ zemaljskoga promjera. (Sl. 2.)

Sve obhodnice, osim što se kreću oko svoje osi i oko sunca, još su jednakoga oblika, i to ne posve okrugla, već nješto sploštena na oba kraja svoje osi, dočim su oko sredine nješto izbočene i razširene. Taj se oblik zove pakruglja (sphaeroid). Obhodnice se znamenito razilaze po svojoj udaljenosti od sunca i po tom, za koje vrieme obidju sunce. Zemlja je udaljena od sunca za 148·7 milijuna km., a suncu najbliža obhodnica Merkur za 57·5 milijuna km., najdalja pak od sunca obhodnica Neptun je udaljen za 4470 milijuna km.

Merkur obidje sunce za 88 dana; na njem traje vrieme od Ivanja do Božića, ako se smije tako reći, samo 6 tjedana. Merkur je razmjerno dosta blizu sunca, s toga se i ne vidi noću već jedino u sumrak. U onih krajevih, gdje je obzor i za vedrine napunjen parami, ne vidi se ta sjajna zviezda nikada prostim okom. Slavni Kopernik tužio se još na smrtnoj postelji, što mora u grob leći, a

da nije nikada te obhodnice uočio, jer ju je uvjek zastirala magla onih priedjela oko Visle.

Sliedeća obhodnica Venera (Danica, Večernjica) obidje sunce za 225 dana. Ona je svojom veličinom, objemom i trajanjem kretanja oko sunca najsličnija našoj zemlji, pak da ima uza se mjesec kao zemlja, mogla bi se zvati blizankom naše zemlje. Venera je iza sunca i mjeseca najsvjetlije nebesko tielo. — Iza naše Zemlje, o kojoj ćemo naposeb obširnije govoriti, sliedi obhodnica Mart, koji je takodjer naličan na zemlju. On se ističe na nebeskom svodu crvenkastom bojom, te obidje sunce po prilici za dvie naše godine.

Izvanjske su obhodnice mnogo veće od zemlje i vanredno udaljene od sunca. Prva med vanjskimi obhodnicami jest orijaš Jupiter; njegova je površina 125 puta tolika kao površje naše zemlje. Sunce obidje za $11^7/_8$ godina. Iza Jupitra je zanimljiva obhodnica Saturn, sa svietlim kolobarom kao prstenom oko sebe i sa 8 mjeseci. On obidje sunce za $29^1/_2$ god. Sliedeća obhodnica Uran obidje oko sunca za 84 god. Njega prate 4, pače po mnienju njekih zvjezdara 6 mjeseci. Najudaljeniju od sunca obhodnicu Neptuna poznajemo tek 40 godina. On treba do 165 godina, dok obidje sunce. Neptun je, na koliko se danas znade, skrajna obhodnica na medji sunčanoga sustava.

Med unutrašnjimi i izvanjskimi obhodnicami jesu srednje, sićušne obhodnice (planetoide). Malih obhodnica, od kojih se prva odkrila tek g. 1806., ima danas već 245. One čine posebnu skupinu za sebe, prostirući se med Martom i Jupitrom. Najveća med timi zaprema jedva $^1/_{37}$ zemaljskoga promjera, dočim površina najmanje iznosi $^1/_{180000}$ dio zemaljskoga površja.

Po svojoj veličini i udaljenosti od sunca zauzimlje zemlja središtni položaj med obhodnicami. Po naših zemaljskih pojmovih mora da je na Merkuru zbog blizine sunca vrućina tolika, da je tamo nemoguć organički život, dočim će nasuprot sunčani zraci Neptunu, pošto treba da provale do njega 30 puta tako dugi put kao do zemlje, donositi malo topline. Venera i Mart, kao što smo spomenuli, zemlji su najsličnije obhodnice. Žalibože manjkaju nam sredstva, da bi mogli pobliže promatrati i upoznati, u čem se te obhodnice razlikuju, u čem se naprotiv slažu sa zemljom. Svakako se može vjerovati n. pr. da ima Merkur gustu atmosferu (ozračje), zatim da se Venera po prilici u isto vrieme kao i zemlja t. j. za 24 sata okrene oko svoje osi; da se nadalje i Mart za to vrieme okrene oko sebe, da ima slične promjene godišnjih doba kao zemlja i da

ima na sjevernom i južnom polu vječni sniəg i led, koji prema polutniku raste prema godišnjim dobam.

Četiri veće i udaljenije obhodnice niesu ništa nalične na zemlju. Na površju Jupitrovu izmjenjuju se svietle sa tamnini prugami, kano da je tamošnja atmosfera puna oblaka. Slično izgleda i Saturn, ali njegova prstena ne znamo još tačno protumačiti. Obje skrajne obhodnice Uran i Neptun, koje nam se prostim okom pričinjaju kao zviezde $^1/_6$ dotično $^1/_8$ veličine, previše su od nas udaljene, nego da bi si mogli jasan sud stvoriti o njihovoj površini. Promatramo li dakle obhodnice posve s obćenitoga gledišta, to vidimo, da se slažu sa zemljom svojim oblikom, kretanjem oko osi i oko sunca. Sve su čvrsta tjelesa raznoga dakako stupnja i okružena na površini tekućom ili zraku sličnom tvarju. Može se dakle uztvrditi, da zemlja nije ništa posebna i neobična u svemiru. Ona pripada k porodici stanovitih tvorba, koje se doduše u koječem med sobom razlikuju, ali se u bitnosti slažu.

Po svem, što smo do sada spomenuli, jasno je, da su u sunčanom sustavu osim zemlje samo dva svemirska tiela: Venera i Mart, na kojih bi možda organički život mogao uspievati, dakako uzmemo li, da su i na drugih nebeskih tjelesih isti uvjeti životu kao na zemlji. Čitava sadržina tih triju obhodnica iznosi samo $^1/_{178000}$ sadržine svih tjelesa u sunčanom sustavu i po tom posve izčezava prema cjelini. Tkogod o tom razmišlja, pita začudjeno, kako to, da je trebalo toli neizmjernih tjelesa, da podiele preduvjete organičkomu životu na tako neznatnom tielu, kao što je naša zemlja? Pak ne ima li pače i na našoj malenoj obhodnici još ogromnih priedjela, kao što su polarni krajevi, vječnim sniegom pokrita velegorja i pustinje, na kojih se ne će po svoj prilici nikada udomiti organički život?

Nu ne samo s obzirom na sadržinu nebeskih tjelesa, već takodjer pogledom na sunce kao oživljujuću silu, čini se da nije narav štedljiva bila. Već smo spomenuli, da je glavni izvor životu na zemlji sunce, od kojega dolazi svjetlo i toplina. Medjutim prema veličini sunčane jezgre sastavljena kruglja, kojoj bi polumjer bio ravan srednjoj udaljenosti zemlje od sunca, imala bi 2.300,000.000 puta toliku površinu kao zemaljska ploča, kad se motri sa sunca; po tom dobiva dakle zemlja razmjerno neznatni dio sunčanih trakova, naime $^1/_{2300000000}$ dio svjetla i topline, koju sunce razprostire. Neizmjerni preostatak, od kojega primaju vrlo malenu čest ostale obhodnice, razilazi se po svemiru povećavajuć samo donekle toplotu svemirskoga zraka (etera). Nadalje po našem shvaćanju nije niti ono razmjerno

neznatno svjetlo i toplina, koju obhodnice dobivaju, svuda baš shodno razdieljena; svakako je u okolišu Merkura prejaka, a iza Martova putišta preslaba za ustrojna (organička) bića na obhodnicah. Dakako naša je zemlja sretna, što na tako dalekih prostorih prima tako shodnu množinu sunčanih zraka; primala bi pak mnogo manje, da zemaljska os na svom putištu više okomito stoji (kao što ćemo kasnije razložiti), jer ne bi imali godišnjih doba, koje u svakom obziru vanredno prijaju ustrojnomu životu; ili pak da je naklonjena kao na Veneri, gdje su poradi toga takove opreke temperature (toplote), da sve uništuju.

Tko drži s načela koristoljublja, da sav taj sviet služi samo razvitku ustrojnoga života na zemlji, biline i životinje da niesu za drugo, već da se naš rod što više njimi okoristi, tomu se pričinja nepojmljivom razsipnošću, što su za život tako malenoga svemirskoga tiela, kao što je zemlja, potrebita toli neizmjerna tjelesa i sile. Mora mu se pričiniti, kaže Peschel, kao da bi čovjek noću hotio Rim, vječni grad, upaliti, da nadje na Appijevoj cesti izgubljeni talir. K tomu dodajmo i to, da je ustrojni život ne samo prostorno već i vremeno vanredno ograničen. Vrieme, za koje se je naša zemlja od pratvari odtrgla i razvila posebnim bićem, ter se spremala, da postane pozorištem ustrojnoga života, neizmjerno je veliko prema onomu vremenu, što do danas traje ustrojni život. Dosadanja pak svjetska poviest samo je jedan val u velikom oceanu vremena. Mi se divimo, kad se s malo sredstava izvedu velike stvari, u svemiru pak čini nam se nasuprot, da se neizmjernimi sredstvi i silami razmjerno neznatne stvari postizavaju. Po tom je jasno, da bi krivo bilo o svemiru suditi prema našem mjerilu shodnosti. Shodnost i uputnost naši su pojmovi, kojih ne smijemo uporaviti na sviet. Eto nas dakle pred zagonetkom, koje ne će umrli čovjek nikada sam razriešiti.

Ako je trebalo da sudjeluju mnogi zgodni odnošaji i prilike, da se u obće može stanovati na zemlji, to je gotovo čudo, da se je ustrojni život na zemlji razvio upravo u najzgodnije vrieme. Doista čudnovato je, da su se mnogobrojni med sobom neovisni uvjeti za ustrojni život istodobno izpunili, gdje bi inače naša zemlja lako osudjena bila na vječnu pustoš, da se ma koji preduvjet nije izpunio. Upozorit ćemo čitatelje samo na dvoje. Sunce je u jednu ruku moralo njekoć slabije svietliti, a u drugu ruku primat će zemlja u buduće manje topline, jer ju sunce svojim žarenjem gubi. Život je dakle na zemlji samo po tom postao moguć, jer je zemlja u pravo

vrieme zauzela zgodni položaj prema suncu. Nadalje se ne bi bio tako bujan ustrojni život razvio, da je n. pr. mjesto Venere, Zemlje i Marta nastala od iste mase samo jedna jedina obhodnica, koja ne bi ni potrebnu gustoću ni temperaturu imala, ili da se je mjesto Zemlje razvio čitav roj planetoida, na kojih se zbog neznatne površine ne bi mogla razviti ustrojna bića.

Zemlja nije po svojoj sadržini osamljena u neizmjernom svemiru. To nam najjasnije svjedoče neobična i nepravilna nebeska tjelesa, zvana m e t e o r i t i, koji su ponajviše tako maleni, da ih obično ne opažamo u svemiru, već jedino onda, kad se zemlji približe, ter ih ova pritegne, pak spadnu na nju. Često su takovi na zemlju padajući meteoriti težki po više stotina metr. centi, a kadkada samo nekoliko klgr.; gdjekada padaju pojedince, kadšto pak na stotine zajedno. Neki su veliki kao mjesec, te ostavljaju za sobom za čas sjajan rep. Kad padnu vanrednom silom i trvenjem u zraku upale se, prikazujući se samo za časak kao razžarene kruglje. Ako su meteoriti veći, ne izgore u zraku, već padnu na zemlju kao usijani kamen ili kovina. Najveći broj meteorita sastoji od kamenja (z r a č n o k a m e n j e), a manji od željeza (m e t e o r n o ž e l j e z o). Ovamo idu i o k r e s n i c e, koje su po svoj prilici meteoritom slična tjelesa. Okresnice je vidjeti pojedince gotovo svake noći, nu u velikoj množini vide se u stanovito vrieme, kad na tisuće poput roja pčela iz jednoga diela nebeskoga svoda kao izviru. Imenito se pojavlja u svemiru 10. kolovoza i 12.—14. studenoga vanredno mnogo okresnica, koje s toga zovu L o v r i n č e v dotično s t u d e n i r o j o k r e s n i c a. Budući da se redovito vraćaju, čini se, da su dielovi velikih rojeva, koji obilaze sunce na dugoljastih, eliptičkih putištih, te spomenutih dana sieku putište naše zemlje.

I r e p a t i c e sličnimi putovi obilaze sunce, a zanimljivo je, kako se putišta njekih rojeva okresnica sastaju sa putovi njekih repatica. Osebujnosti i svojstva repatica svjedoče, da niesu čvrste, ni tekuće, niti plinovite tvari, nego su skupine neznatnih svemirskih tjelesa (k o s m i č k i p r a h), koja su se prije prosto u svemiru kretala. Pošto su se pak približila sunčanomu sustavu, privuklo ih je sunce, oko kojega se sad kreću nepravilnimi putovi. Ima doduše i takovih repatica, koje se dosta pravilno giblju, te se iza stanovitoga broja godina opet vide, kao što su zvjezdari tačno proračunali. Repaticu je divno motriti, kad pliva u svemiru, jer je obično svjetlija od drugih zviezda, a vidi se jedino, kad je blizu zemlje.

Sva svemirska tjelesa, o kojih smo do sada govorili, naime

sunce, obhodnice, mjeseci, repatice i meteoriti sačinjavaju sunčani sustav. Ta nebeska tjelesa jesu tako rekuć za sebe posebna svemirska porodica oddieljena od ostalih zviezda. Po svem se čini, da su zviezde sunčanoga sustava, krećući se razmjerno na malenu prostoru zajedno jedna oko druge, slične med sobom tvarju, oblikom, načinom kretanja, a po svoj prilici i svojim postankom. Nauka naime Laplace-ova i Kantova, da je sunce sa zemljom i sa ostalimi zviezdami, koje se oko sunca kreću, postalo iz nagomilane magle, koja se okrećući sgušćuje, danas je obćenita, jer jednostavno i vjerojatno tumači postanak našega sunčanoga sustava.

Izvan medja sunčanoga sustava imade medjutim još mnogo drugih zviеždja, od kojih sigurno našim očima razmjerno malen broj vidimo. To su stajačice, tako nazvane, jer ne mienjaju svojega mjesta tako, da bi se poznalo. U srednjoj Evropi vidimo prostim okom okolo 3750 takovih zviezda. Na cielom nebeskom svodu vidimo okolo 6000 stajačica, ili ako sa A. Humboldtom uzmemo po veličini od 1—6 stupnja zviezde, koje još može dobro oko opaziti, to ih u svem vidimo okolo 8000. Najvećimi i najjačimi zvjezdozori vidi se po Struevom računu preko 20 milijuna stajačica. Po svoj prilici niesmo ni tada još došli do krajne medje neizmjernoga svemira, jer što dublje i dalje prodiremo našim pogledom u taj bezkrajni svemirski sviet, to nam se dalji izgledi otvaraju, a do kolikih ne dosegne naše oko! Tim je medjutim veličanstveniji dojam neizmjerne jednoličnosti, koja se opaža kao glavna oznaka tih neizmjernih bi reć bezkonačnih prostorija.

Što jačimi dalekozori i što dulje motrimo ovaj svemir, sve nam se više množe vidici, pa ipak sve novo, što se otvara našim očima, naliči na staro, što smo već davno vidjeli. Taj bezkrajni sviet svietova tako je udaljen od nas, da jedva tek njegova najznamenitija svojstva upoznajemo. Tako znademo za stajačice, da imadu titravu svjetlost i da se čine nepomične kano da mirno stoje, odakle im i ime potječe. One su svemirska tjelesa, koja imaju sama svoju svjetlost, te ih prema našemu zvjezdovnomu sustavu možemo nazvati sunca. Tek u riedkih slučajevih pošlo je za rukom, dakako većinom nagadjanjem i slutnjami, barem nješto saznati o naravi tih dalekih svemirskih tjelesa. Mi znademo, da su njeke stajačice za posljednje dvie tisuće godina, što su ih zvjezdari motrili, promienile položaj jedna prema drugoj; kod drugih opet znademo, da od vremena do vremena imadu sad jače sad opet slabije svjetlo; na dalje opažamo, da ne imaju sve stajačice iste boje svjetlo: uz crvenkasto, mo-

drasto i žućkasto svjetlo imaju mnoge bjelkasto svjetlo. Vjerojatno je, da su njeke stajačice u povjestno doba promienile boju svoga svjetla, a ne ima sumnje, da je za posljednjih 2000 godina ovamo više zviezda a med timi pače njekih prvoga reda nestalo, a onamo opet na njekih tačkah pojavilo se zviezda, kojih prije nije bilo. Napokon je dalekozori uspjelo pronaći tako zvana dvozviеždja. Dalekozorom naime opaziše, da se kadkada po dvie zviezde tako blizu nalaze, da ih je prostim okom vidjeti kao jednu zviezdu. Njeka se med timi dvozviеždji medjusobno privlače i drže tako, da se jedna zviezda oko druge okreće ili pak obje oko zajedničkoga središta.

Promatranjem spektruma (bridnjakom raztvoreno svjetlo) kod stajačica pronašlo se, da i one sastoje od tvari i počela, koja spomenusmo već kod sunca i koja se nalaze na našoj zemlji. Vodik, natrij, kalcij, vizmut, živa, magnezij, željezo i mnoge druge tvari poznate su u stajačicah. Pouzdano dakle možemo izreći ovu istinu, koja s obzirom na uzke granice, koje stavlja našemu znanju ovaj daleki neizmjerni, bezkrajni sviet, ima nješto za dušu čovječju uzvišena i utješljiva, da u ovih bezkonačnih prostorijah, koje nam donjekle, a svakako više nego išta na svietu, barem približno podavaju sliku o neizmjernosti, ima istih tvari kao na tlu, na kojem stojimo, na kojem smo odrasli; tvari takovih, kakovih ima u nas samih. Po svem tome smijemo s punim pravom zaključiti, da je čitav svemir jednolično sagradjen, pa da u njem posvuda vladaju jednaki zakoni.

Mi niesmo još izcrpali taj sviet zviezda. Onaj nepravilni, na maglenu prugu nalični, bjelkasto svietli kolobar, prostirući se po cielom nebeskom svodu — rimska cesta ili ljestve, — zatim one mnoge tisuće osamljenih tjelesa poput magla — maglice, prozrake — ili su kupovi zviezda, koje zbog prevelike gustoće naliče na maglu, ili su pak zbilja kozmičke magle i ljage, koje na najveće dalekozore izgledaju kao magle. Rimska cesta sastoji od kupova zviezda, o mnogobrojnih pak maglicah može se reći na temelju spektralne analize, da sastoje od usijanih plinova. Po tom se vidi da taj svemirski sviet, što dalje u njegove visine i daljine zaronimo, kraj sve svoje jednoličnosti nije posve ukočen niti niem, kao što bi čovjek na prvi mah rekao, kad pogleda na nebo posuto zviezdami. Ono isto, što ugledamo, ako kap vode promatramo sitnozorom, opazit ćemo i kod dubljega pogleda u bezkrajne prostore: gibanje, promjenu.

Kretanja i promjene, koje se zgadjaju u svemiru, tako slabo opažamo, da ih u kratkom nizu pokoljenja, za kojih su opažanja pre-

duzeta, vrlo malo uočismo. Pak doista ako svjetlo sunca do nas dodje tek za 8½ časa, ako je najbliža stajačica 200.000 puta tako daleko od nas kao sunce, koje je udaljeno za 15 milijuna myriametara; ako svjetlo sa nješto dalje stajačice n. pr. sa sjeverne polarne zviezde treba 33 godine da dodje do nas, a svjetlo sa rimske ceste pače do 5000 godina, to nam biva jasno, da promjene u svemiru, koje već sa zemlje opažamo, moraju preogromne biti u toj nepojmljivoj bezkrajnosti. Što je iza stanovitih medja, isto je tako za nas nevidljivo, kao što ne vidimo ognja, koji bukti na kakvom brežuljku, udaljenu od nas mnogo kilometara. Doista, kako vatra bukti, kako iskre vrcaju, kako se dimi, sve to ne vidimo; mi vidimo samo tihu ognjenu svjetlost — upravo kao kod zviezda u svemiru.

Pošto smo eto pokušali prodrieti do skrajnih medja svemirskoga svieta, vratimo se na koncu ovoga poglavlja još jedanput na zemlju, na kojoj stanujemo. Sad nam je jasno, da je naša zemlja neznatno zrnce praha prema ostaloj bezkrajnoj množini svemirskih svietova. Poput sitne tačkice izčezava ona u neizmjernih prostorih, kojimi prolazi krećući se oko sunca. Sunce ju doduše pretječe preko milijun puta svojom veličinom, pa ipak je i ono malena, neznatna tačka med 20 milijuna zviezda, koje su opažane Herschelovim dalekozorom u rimskoj cesti. Pa i rimska cesta, koja poput svietle vrpce okružuje taj bezkonačni svemir, nije ništa drugo već neizmjerni skup stajačica, tako rekuć oblak zviezda, koji se poput magle gubi u bezkrajnom prostoru svemira. Nad našim nebom prostiru se opet druga mnogobrojna nebesa, koja bi prevalio trak svjetla, premda leti divnom brzinom, tek za hiljade i hiljade godina. Medjutim premda je naša zemlja tako nalena prema tomu bezkonačnomu svietu zviezda, manja nego li je zrnce praha prema velegorju, nego li kap vode prema nepreglednim oceanom, nego li magleni mjehurić prema neizmjernomu moru zračišta, ipak je ona uza sve to neizmjerno velika prema nam neznatnim stvorovom. Maleni crvići slonovi su prema nam, dočim mi izčezavamo pred ogromnošću zemlje. Još nije zemlja ni iz daleka odkrila svoga cieloga površja neumorno iztražujućemu duhu ljudskomu, pak da su sva pokoljenja ljudskoga roda od postanka svieta sav svoj trud uložila, da prouče njezino površje, ne bi još bila dokučila i shvatila njezinih krasota. Jer ako i zaostaje za ostalimi tjelesi svojim objemom, to im je ravna pače ih i pretječe raznolikim množtvom pojava. S toga ju je vriedno proučavati, kao i ostale nebeske zviezde; ona pruža neizcrpivo vrelo znanja za svaku znanost, koja se ma samo jednim dielom tih pojava bavi.

Reclus vrlo zgodno kaže o zemlji: „Ona je uzprkos svoje neznatnosti ravna neizmjernomu nebeskomu svodu, ona je podpuni sviet čudnovatim razporedom svojih česti, neprispodobljivom skladnošću cielosti. Ona je donjekle gotovo tolika kao i svemir, jerbo je izljev istih zakona. Oblikom svoga putišta, svojim kretanjem oko osi i oko sunca, svojimi godišnjimi i dnevnimi promjenami, svimi timi pojavi, koji se ravnaju po načelnih svemirskih zakonih, zemlja je vjerna slika i prilika neizmjernoga svemira. Izpitujuć nju, iztražujemo i izpitujemo tajne cieloga zvjezdanoga svieta“.

II.

Oblik zemlje.

Svagdašnje izkustvo. — Homerova zemlja i druge slike starih naroda o zemlji. — Kako se je došlo do spoznaje, da je zemlja okrugla. — Pjesničtvo i znanost u starom vieku. — Sklad u znanostih staroga vieka. — Pitagora i drugi znameniti muževi staroga svieta. — Stariji dokazi, da je zemlja okrugla. — Razlika u dnevnoj dobi med zapadom i iztokom. — Zemlja nije kruglja već pakruglja. — Mjerenje stupnja na polutniku. — Kako se je došlo do metričke mjere i na čem se osniva. — Uzvisitosti zemaljskoga površja posve su neznatne.

U prvom smo poglavlju promatrali zemaljske susjede u bezkrajnom svemiru, koje ćemo i u buduće više puta spominjati kano uzročnike mnogih znamenitih pojava na zemlji. U glavnom ipak ne ćemo od sada našega pogleda svraćati od zemlje, koja je i onako naročiti predmet zemljopisne znanosti. Ponajprije ćemo reći koju o obliku zemlje. Današnji naraštaj, a i mnogi već pred njim tvrdo vjeruju, da je zemlja okrugla. Čitav niz izkustva iz svagdašnjega života navodi se tomu za dokaz, pak se obćenito drži, da to već svako diete lako pojmi. Pogledamo li pak u poviest ljudskoga napredka, uvjerit ćemo se, da tomu nije bilo tako, jer se spoznanje te istine kao što i mnogih drugih tek malo po malo razvijalo. Veoma je zanimljivo, kako se je razvilo današnje poznavanje oblika naše zemlje.

Razna izkustva ne svjedoče baš sama po sebi tako jasno, da je zemlja okrugla, kao što se čini nama, koji ih poznajemo gotovo već od početnih škola. Da upoznamo zemlju zbilja kao kruglju, morali bi daleko od nje biti. Dok smo na zemlji, čini nam se zemaljsko površje kao ploha, pa i na otvorenom moru, gdje nam vidika ništa ne smeta, čini nam se, da se nalazimo posred sasvim ravne, okrugle ploče, kojoj se na krajevih podiže nebeski svod nad nami, sveden poput ogromnoga čadora. Istom kad se kakav predmet n. pr. ladja na obzoru pojavi, te nam se lagano približuje, opazit ćemo, da ploha

morska nije posve ravna i jednolična, već mora da je svodovita, budući da ne vidimo na jedanput čitave ladje, već njezine najviše zatim postupno niže dielove, dok se napokon ne vidi čitava ladja, kad se je naime posve približila. Obratno biva, kad se ladja udaljuje. To se pak ne može nikako protumačiti, uzme li se, da je zemlja ravna ploha. Pa ipak je neuki čovječji um, krećući se na početku staroga svieta u najjednostavnijih nazorih i primitivnom shvaćanju, držao sliku ravne okrugle ploče jedino mogućim oblikom zemlje. Nauka o okrugloj zemlji, znanstveno jedino opravdana i istinita, kasna je abstrakcija — posliedica opažanja —, što doduše danas već i prosti narod vjeruje, premda posve ne razumije.

Mladi su narodi u svojih prvih opažanjih naivni i djetinski: oni o ničem ne sumnjaju, a rado vjeruju u liepe, jednostavne, ljudem zgodne i prijatne prilike. Prema tomu su u starih naroda isti utisci prvoga opažanja o obliku zemlje. Ona im je ploča, koja pliva kao otok na moru, ili pak počiva na stupovih, ili opet kao ploča, koju obljeva velika rieka. Homer je u svojih pjesmah ovjekovječio takovu djetinsku sliku o obliku naše zemlje, kao što nam predočuje sl. 3. Ocean, široka rieka, oplakuje sa sviju strana ogromnu ploču. Po sriedi ploče je sredozemsko more, ono otoci nakićeno more, koje mi zovemo Egejskim a Grci su ga prijatno zvali „naše more“ ili „unutrašnje more“. Poput šilja na štitu dizalo se u sredini visoko nebu pod oblake gorje Olimp, zaokruženo s desna Jonskimi obalami i otoci, s lieva Grčkimi, s gora Tracijom a s dola Libijom. Od toga središta prostirale su se razne zemlje na sve strane sve do Oceana, što obtječe cielu zemaljsku ploču. Što su bile zemlje dalje od središta i bliže Oceanu, to su bile manje poznate. Medje im bijahu na iztoku Kavkazko gorje, na jugu Etiopija t. j. područje srednjega Nila; na sjeveru idu medje do Dunava i nješto preko Evropske obale Crnoga mora, a na zapadu sve do stupova Heraklovih u današnjem tiesnu Gibraltarskom. Ocean je imao svoj izvor kao i svaka druga rieka. Mislilo se, da izvire na Atlaškom gorju i da je kod Heraklovih stupova kao i kod rieke Fasisa (današnji Rion), najiztočnijega pritoka Crnoga mora, u savezu sa morem, koje je izpunjavalo unutrašnjost zemaljske ploče. Još se i danas to more zove Sredozemsko zbog svoga središnjega položaja u tadanjem svietu. Dakako prema tomu, koliko mi danas mora poznajemo, nalići to more na veliko unutrašnje jezero, te nije ni u duševnom pogledu više središte svjetske poviesti niti ročište naroda, kao što je bilo za Grka i Rimljana, a donjekle i u srednjem vieku. Kao što se odnosi poznavanje zemlje u starom vieku prema

našemu poznavanju, tako se u obće odnosi stari sviet prema novomu. Granice su se zemlji na daleko razmaknule, svi pojmovi o zemlji su se povećali i narasli tako kao što i sama zemlja, ter se ne mogu dalje širiti i rasti. Priznajmo ipak, da je ona prva Homerova slika zemlje doduše kriva, ali pored svega toga prijatna — a Homerovi su ljudi njekako po cieloj toj zemlji kao kod kuće. Kao što se može

Sl. 3. Homerova zemlja.

čovjeku kadkada liepa, pravilno i ukusno gradjena, ma i malena kuća bolje svidjeti nego li ogromna i veličanstvena palača, tako se i čovječje duše vrlo ugodno doimlje još i danas prijatna i skladna slika Homerove zemlje.

Kao što su si Grci stvorili od poznatih i nepoznatih krajeva sliku o cieloj zemlji, tako su radili i drugi stari narodi. Svaki si je

stvorio zemlju od onih krajeva, koje je poznavao, a medje je povukao zemlji sve do krajeva, kojih nije poznavao ili barem nije imao o njih nikakvih sigurnih viesti. Kitajskoj su zemlji središtem plodne doline rieke Hoangha i Jantsekianga. Indijci su poredali na svojoj zemlji sve priedjele oko Himalaje i sjeverne česti Indijskoga oceana, a Asirci i Babilonci oko Eufrata i Tigra. Mozgajući i pun slika duh Egipćana stvorio je svoju zemlju, kako posred nje teče Nil, ogromna rieka, koja se je svakako s većim pravom nego li druga koja rieka mogla uzeti kao žila kucavica doduše malenoga ali ipak posve posebnoga svieta, posuta pustarskim pieskom i pećinami. I drugi su mladi narodi imali svoju posebnu zemlju! Zar niesu stari Slovjeni kao i Germani držali svoju domovinu središtem cieloga svieta?

Vrlo bi zanimljivo bilo iztraživati, kako je u pojedinostih utjecalo na svaki narod ono shvaćanje o tih, da tako kažemo, narodnih zemljah. Kako je omedjen i jednostavan morao biti život starih naroda kraj tako primitivnoga poznavanja zemaljskoga površja! Kako se eto tiesno dotiče zemljopis sa poviešću! Zemljopis razjašnjuje tuj mnogu zagonetku, koje ne bi nikada odgonetala sama poviest, dok bi se bavila jedino sa narodi ne osvrćući se ni malo na njihovu postojbinu, zemlju. Razgledajmo sada, kako se je od te prvobitne slike o zemlji, koja je u prvi mah svaki narod zadovoljavala, postupno napredovalo i došlo do istine, da je zemlja okrugla. Nije li možda ona doduše nejasna ali ipak simpatična nauka Pitagorovaca, da je kruglja najsavršenije tielo, dala ujedno povoda, da se taj najzgodniji oblik uzme i za zemlju kao najdraži stvor bogova! Ili niesu li možda Egipćani, u računu i mjerenju po svoj prilici prvi vještaci med svimi narodi staroga svieta, svojimi opažanji zemlje i neba prvi došli do zaključka, da je zemlja okrugla. U tom bi slučaju bili Grci, za koje znademo, da su gotovo sve početke i osnove svoga znanja od Egipćana dobili, i tu spoznaju primili od njih. To nam donjekle svjedoči, da je veliki mudrac 6. stolj. pr. Is. P i t a g o r a, za koga su Grci držali, da je najbolje upućen u misterije (tajne) egipatske, prvi u Grčkoj učio, da zemlja nije ploča, kao što su ju opisali i opjevali Homer i Hesiod, već da je okruglo tielo. Ovom ćemo zgodom odmah dodati, da spomenuti muževi niesu samo kao pjesnici znamenitih djela, već i kao propovjednici istinâ kod Grka vrlo ugledni bili. U ono naime doba nije bilo pjesničtvo oddieljeno od znanosti; Ilijada i Odiseja kao i pjesmotvori Hesiodovi ne obsižu samo ono, što je liepo, već što je dobro i istinito. Stari je sviet imenito Homera slavio ne samo kao prvoga velikoga pjesnika nego kao prvoga povjestničara

i zemljopisca. Tä najslavniji zemljopisac staroga svieta Strabon nije znao bolje započeti svoje veliko djelo, nego spominjući pohvalno Homera kao prvoga i najstarijega zemljopisca! Nauka se Pitagorina nije brzo razširila, već je mnogo stoljeća ostala nazorom, koji su poput ostalih nauka onih starih filozofa, pjesnika i učenjaka zajedno, njeki vjerovali a drugi zabacivali. Nadalje treba i to spomenuti, da se ta nova nauka nije sama za se učila, već da je bila samo jedan dio velikoga naučnoga sustava, bez kojega se nije mogla održati. Stari naime filozofi Pitagora, Anaksagora, Heraklit i dr. niesu iztraživali poput današnjih učenjaka pojedine istine, već je njihov cilj bio, da zasnuju veličanstvenu gradjevinu istina, u kojoj bi se sve nalazilo, što se tiče bogova, ljudi, neba, zemlje, tiela i duše. Što se je kojemu učenjaku u spoljašnjem svietu i u duši njegovoj činilo nejasno i zamršeno, imalo bi se takovim filozofskim sustavom razbistriti i protumačiti.

Pitagora je učio, da je okrugli oblik zemlje posljedica obćenitog sklada, koji da vlada u svietu. Deset krugalja — najsavršeniji oblici — kreću se oko pravatre, radjajući sklad (harmoniju) krugalja najsavršenijim kretanjem u okrugu. Jedna tih krugalja jest zemlja. Čovjek bi rekao, zemlja mora da je okrugla, jer kako bi ona inače spadala u taj liepi sustav, koji je svojim nježnim pouzdanjem, da je savršeno sve što je stvoreno, najprijatniji i najugodniji med svimi pokusi, koje je izmislio pun vjerovanja duh odrasloga već grčkoga naroda, da protumači tajne svemira.[1] Taj najpoetičniji med svimi filozofskimi sustavi, koji je s punim pravom ime „kosmos“ (= ures, red) za zemlju upotrebljivao, nije mogao u 5. i 6. stolj. pr. Is. steći znamenitosti zbog vjerskih i političkih odnošaja. On ostade neuvaženom naukom med naukami staroga svieta. Pristajao je doduše uz tu nauku i Anaksimander, suvremenik Pitagorin, dočim je Anaksagora veliki mudrac 5. stolj. pr. Is., čije su prijateljstvo tražili Sofoklo i Sokrat i koji je bio učiteljem Tukididu i Periklu, sliedio nazore Homerove učeći, da je zemlja ploča, koju ocean oblieva. Jedino se iz 5. stolj. pr. Is. znade za Parmenida iz Elee, da je iz matematičkih razloga učio, da je zemlja okrugla.

Isti Herodot, koji je više zemalja obišao, nego li ikoji njegovih suvremenika, nije se mogao otresti Homerovih nazora u pogledu oblika zemlje. Tacit se je držao takodjer Homera, a u srednjem

---

[1] Niesu svi Pitagorovci držali kruglju za najsavršenije tielo; njeki su držali zemlju kockom a svemir dvanaestercem, jednim od najljepših kristalnih oblika.

se vieku njeko vrieme poput nepobitne istine vjerovalo, da je zemlja ravna ploča; tek njeki su učili, da zemlja ima oblik, nalik na zvono. — U starom je vieku kušao već Aristotel dokazati, da je zemlja okrugla, iztičući, da je zemaljska sjena prigodom pomrčanja mjeseca okrugła, a samo okrugla tjelesa bacaju uviek okruglu sjenu. Drugi je dokaz protumačio Ptolemej (u 2. stolj. po Is.). To je dokaz, koji smo već naveli o ladji na moru. Budući da ladju postupno vidimo, kad se približuje, a opet se postupno gubi, kad se udaljuje, to mora da je površje morsko krivuljasto. Ima i drugim dokazom traga još u starom vieku.

Da je zemlja ravna ploča, morali bi svuda iste zviezde vidjeti. Ali tomu nije tako. Putnik, koji putuje k jugu, vidi malo po malo druge zviezde na nebu i to ne iznenada već postupno. Svake noći vidi, gdje se na južnom nebu pojavljuje njekoliko zviezda, kojih prošle noći nije vidio. Pričinja mu se, da se nebo polagano od juga k sjeveru pomiče. Tako se vide u Beču zviezde, kojih nije vidjeti u Hammerfestu, u Zagrebu, kojih nije vidjeti u Berlinu; u Rimu, Tripolisu itd., kojih nije vidjeti na Kapu. Po tom ima putnik, koji dobro pazi, u svakom gradu drugo nebo nad sobom. Odatle pak sliedi, da je zemlja od sjevera k jugu svagdje krivuljasta i to svuda jednako, jer se pored jednake udaljenosti nebo mienja u jednakoj mjeri.

Isto tako moralo bi sunce svim ljudem u isti čas izlaziti, da je zemlja ravna ploča. Poznato je pak, da tako ne biva, već da se nasuprot velika i pravilna razlika opaža u pogledu izlaza i zalaza sunca, putujemo li od zapada na iztok ili obratno. Mi smo u Zagrebu blizu 34° izt. duž. po Ferru, a Budimpešta je blizu 37° izt. duž. po Ferru, dakle 3 stupnja iztočnije, i sunce izlazi Budimpeštancem 12 časova prije nego li nam, ali im i toliko prije zalazi. To se ponavlja na cieloj zemlji od jednoga pola do drugoga: iztočnije stanujućim narodom izlazi sunce prije nego li onim na zapadu. Tako izlazi sunce prije u Budimpešti nego u Zagrebu, u Petrogradu prije nego li u Budimpešti, u Beču prije nego li u Pragu, u Berlinu prije nego li u Parizu, u Parizu prije nego li u Londonu, u Londonu mnogo prije nego u Newyorku ili Philadelfiji, koji su gradovi oko 70° zapadniji. Ta razlika glede izhoda i zapada sunca nastaje zbog toga, što je zemlja krivuljasta. Da nije zemlja medjutim samo gdjegdje slučajno krivuljasta, već da je pravilna krivulja kao kruglja, vidi se po tom, što je svagdje na zemlji pored jednake udaljenosti na crti zapadno-iztočnoj i jednaka razlika u vremenu. Tako n. pr. izlazi i zalazi sunce u Parizu 40 časova kasnije

a u Oršovi 40 časova prije nego li u Leipcigu, a mjerimo li tim mjestom zemljopisnu dužinu, uvjerit ćemo se, da je Pariz 10° zapadniji a Oršova 10° iztočnija od Leipciga; Pariz leži naime na 20°, Leipcig na 30° a Oršova na 40° izt. duž. po Ferru. Po tom odgovara razlici svakoga stupnja zemljop. duž. 4 minuta u vremenu.

Najočevidniji dokaz, da je zemlja okrugla, imamo tek tri i pol stoljeća. U 16. vieku tako zvanom „vieku velikih odkrića“ tiskaju se obretnici jedan za drugim na oceanskoj cesti, odkrivenoj po Kolumbu i Vasko de Gami u tolikoj mjeri, da nije nijedno doba tako bogato velikimi mnogobrojnimi i vrlo znamenitimi odkrići novih zemalja, otoka i mora. Magelhaës (Magellan) prodre god. 1519 iz Atlantskoga oceana cestom po njem nazvanom u Tihi ocean, preplovi ga poprieko, ter obrete Marijansko i Filipinsko otočje. Taj smioni brodar zaglavi doduše na Filipinskom otočju, ali preko Moluka i Indijskoga oceana nadje jedna od njegovih ladja put u Španjolsku (u jesen g. 1522.), da dojavi Evropi odkrića poduzetnoga Portugižana. Zemlja je bila prvi put oplovljena, ako i niesu u prvi mah suvremenici umjeli dobro ocieniti taj znameniti dogodjaj.

Još se niesu ljudi posve sprijateljili s tom mišlju, da je zemlja okrugla, kad se je opet stalo sumnjati, da li je zemlja posve pravilna kruglja, kao što se je u prvi mah uzelo. Newton je naime dokazao, da oblik zemlje nalići na kapljevinastu kruglju, koja se prosto sama oko sebe kreće n. pr. kao kaplja ulja plivajući na vodi, ili kao komad lave, koji izbačen od vulkana leti zrakom, ter uprav tim kretanjem prima oblik pakruglje t. j. kruglje, koja je na oba suprotna kraja malo sploštena, ali za to oko sredine ponješto izbočena i razširena. Newton je došao do toga zaključka koje teoretičkim razmatranjem, koje pak raznimi opažanji.

Svi znademo, da je težište svakoj pravilnoj kruglji od iste tvari u njezinu središtu. Sve pojedine česti kruglje teže k središtu, te im upravo ta težnja pomaže, da se ne razpadnu. Okreće li se medjutim njeka kruglja sama oko sebe, kao što n. pr. zemlja, to nastoje pojedine njezine česti, da se od težišta odkinu, pa se pače i mogu za vrlo jakoga kretanja i odtrgnuti. To biva zbog centrifugalne ili sredobježne sile. Ona je najslabija u onih čestih kruglje, koje za okretanja najmanji put čine, a najjača u onih čestih, koje najveći put prave. Najkraći put t. j. najmanji okrug opišu one česti zemaljske kruglje, koje su na krajnicih t. j. na krajnih tačkah one crte, oko koje se kreće zemlja, a najveći okrug opišu one česti zemaljske kruglje, koje su na polutniku upravo med oba krajnika ili pola. S toga će

težište kruglje, koje privlači sve čestí k sebi, da zemaljska kruglja zadrži svoj oblik, najslabije djelovati na ekvatoru. Pak doista na ekvatoru se opaža, kako je zemlja nešto razširena i izbočena, dočim je na polovih malo utisnuta i sploštena. Oba ta svojstva podavaju zemlji oblik sphaeroida (pakruglje), kakav oblik prima svaka kruglja krećući se brzo i slobodno sama oko sebe. Sploštenost zemlje iznosi $^1/_{299}$ zemaljskoga promjera t. j. malo ne 43 km. Po tom je nepravilnost zemaljske kruglje tako neznatna, da nimalo ne utječe na pojave, koje na zemlji opažamo n. pr. na razdiobu kopna i vode, na podneblje, na širenje životinja i bilina, itd. Barem do danas niesu opazili učenjaci, da bi ploštenost zemlje ma u čem utjecala na zemlju. Nasuprot uspjelo je učenjakom pokusi dokazati ne samo djelovanje nepravilne zemaljske kruglje na njezino težište već takodjer najtačnijim mjerenjem sploštenost zemlje bjelodano predočiti. Mjerenjem je dokazano, da je površje zemaljsko na ekvatoru (polutniku) svodovitije nego li na polovih, kao što su to već Newton i Huyghens u 17. stolj. tvrdili. Pošto su ti dokazi imali i praktički znamenite posljedice za jedinicu mjerenja, spomenut ćemo koju o tom, kako se je već od najstarijih vremena kušalo zemlju mjeriti.

Prvi, koji je držeći zemlju krugljom kušao pronaći njezin objem, bijaše Eratosten i to po prilici oko 200 god. pr. Is. Pozvan od Ptolemeja Euergeta za knjižničara u Aleksandriju, odabra on za mjerenje zemaljski luk med Aleksandrijom i Syenom (danas Assuan) na gornjem Nilu. On je krivo držao, da ta oba mjesta leže pod istim meridijanom. Proračunao je pak, da je Aleksandrija udaljena od Syene za 50. dio jednoga podnevnika ili 7^0 12'. Pošto je uzeo za duljinu jednoga meridijanovoga stupnja 700 stadija, to je iznosio cieli objem zemlje 360 × 700 = 252.200 stadija. Jedan Aleksandrijski stadij može se uzeti da je ravan 158 met., te bi po tom bio objem zemlje jednak 39,816.000 met. Taj račun Eratostenov se malo ne posve slaže sa našim računom (40,000.000 met.), pak je po tom jasno, da je Eratosten imao pri tom mjerenju mnogo bolje strojeve, nego li se obično i misli.

Drugo su mjerenje poduzeli na iztoku Arapi za kalifa Al Mamuma g. 827. po Is. Ovo je mjerenje lošije od Eratostenova. Treće je tek mjerenje preduzeto u Evropi g. 1525. po Francezkom liečniku i matematiku Ferneliju. Ovaj je mjerio stupanj med Parizom i Amiensom brojeći okretaje kotača na kolima. I ovo se mjerenje malo razlikuje od najnovijih rezultata. Od kašnjih mjerenja spominjemo još mjerenje Nizozemca Snellija (1617.), koji je osnovatelj današnjega

mjerenja triangulacijom, zatim mjerenja Franceza Jeana Richera, Dominika Cassinija i njegova sina u 17. stoljeću. Napokon je Francezka akademija poduzela u 18. stoljeću one dvie u poviesti znanosti uviek spomena vriedne znanstvene ekspedicije (putovanja), da se izmjeri dužina stupnja na ekvatoru i na sjevernom polarniku. Bouguer i Lacondamine krenuše g. 1735 u Quitto (juž. Amer.), da na ekvatoru izmjere jedan stupanj, a Maupertuis i Clairaut odoše u istu svrhu g. 1736 u Lapplandiju. Oba mjerenja potvrdiše teoriju Newtonovu, da je zemlja na polovih splošteni ellipsoid, jer se je dokazalo, da je stupanj na polarniku nješto manji od stupnja na ekvatoru. Poslije toga su poduzeta na mnogih mjestih sjeverne i južne polutke razna mjerenja, te je g. 1841. Bessel na temelju 10 najtačnijih mjerenja proračunao duljinu jednoga stupnja na ekvatoru na 15 milja ($= 7420._4$ metra) a ploštenost zemlje na $^1/_{299}$. Clarke je god. 1878 po rezultatih, dobivenih na velikom Indijskom luku zatim na Ruskom i Francezko-englezkom luku, označio ploštenost sa $^1/_{293}$.

Francezi su kušali za velike revolucije praktički se okoristiti mjerenjem stupnja na zemaljskom površju. God. 1790. predloži Talleyrand u narodnoj skupštini, da se uvede u Francezkoj nova mjera, koja bi se temeljila na jedinici, koja odgovara naravnim odnošajem na zemaljskom površju. Narodna skupština zaključi, da ima o tom Francezka akademija izreći svoje mnienje. Saslušav petoricu glasovitih svojih članova (Lagrangea, Laplacea, Borda, Mongea i Condorceta) preporuči akademija kao jedinicu za mjerenje dužine 10 milijunti dio meridijanova kvadranta, a za mjerenje težine težu jednoga po toj jedinici mjerenoga objema prekapljene vode. Imalo se je birati med dužinom hipnoga njihala na ekvatoru (polutniku) ili na meridijanu (podnevniku). Dužinu hipnoga njihala na ekvatoru zabacili su kano jedinicu mjere, jer je uzeta od inorodnoga počela, naime vremena, a temelji se na svojevoljnoj razdiobi dnevne dobe. Isto je tako zabačen kvadrant (četvrtina) ekvatorski, jer su samo njeke zemlje pod ekvatorom, dočim svaka zemlja leži pod jednim meridijanom.

Da se ta jedinica tačno pronadje, mjerili su Méchain i Delambre meridijanov luk med Dünkirchenom i Barcelonom (1791 do 1798) pomoću Toise de Pérou t. j. mjerilom, kojega se je držao Lacondamine mjereći stupanj pod ekvatorom u Peruju. Računajuć sploštenost zemlje sa $^1/_{334}$ proračunaše spomenuti učenjaci meridijanov kvadrant na 5,130.740 toisa (1 toisa $=$ 1·9490 met.). Na to bude 10 milijunti dio te dužine, t. j. $443._{296}$ parižkih crta Toise de

Pérou pod 16° C. zakonito kano jedinica dužine pod imenom „metar“ u Francezkoj uvedena g. 1799. Jedno mjerilo od platine imajući kod ledišta $443._{296}$ crta Toisa de Pérou sačuvaše kano prototip (pralik) jedinice za mjerenje dužine (métre de Archives).

Tako se je mislilo pronaći istinitu i posve sigurnu podlogu za jedinicu mjerenja, koja bi ujedno bila neovisna od raznih, u poviesti poznatih, promjenljivih veličina. Pa ipak nije ni taj račun posve tačan, jer je metar nješto, dakako neznatno veći nego li 10 milijunti dio zemaljskoga kvadranta. Mjerimo li naime dužinu jedne četvrtine zemaljske kružnice od ekvatora prama polu, to ne iznosi okruglo 10 milijuna već 10.000.856 metara. Kraj svega toga stekla si je metrička mjera priznanje svuda i to najprije u znanosti, a zatim i u svagdašnjem životu i to poradi dosljednosti u razdiobi na 10 kao i naravnim savezom med jedinicom dužine i težine. God. 1870. sastala se medjunarodna „metar-komisija“ u Parizu (50 zastupnika 29 većih država na svietu), da vieća o gradji i ovjerovljenju novoga suglasnoga izdanja „normal-metra“ i kilograma za porabu pojedinih zemalja. Ovdje se je zaključilo, da se nove medjunarodne normalne mjere imaju osnivati na metru i kilogramu, koji se nalaze u arkivu francezkom. Taj je posao povjeren kašnje medjunarodnomu metričkom bureau-u u Parizu, koji je započeo djelovati g. 1877. Danas je gotovo u svih državah na evropskom kopnu zakonito uvedena metrička mjera. Jedina se Englezka još i danas drži mjere po englezkih stopah.

Neravnost zemaljske kore, koja nam se prikazuje u spodobi gora, visokih ravnica, dolina itd. još manje smeta okruglosti zemlje nego li njezina sploštenost. Ta najviši vrhunci, koje poznajemo na zemlji, oni gorski orijaši u južno-azijskih planinah podižu se nješto preko 8000 met. iznad zemaljskoga površja, dakle samo nješto više od jedne zemljopisne milje (= 7420 m.). Svi su ti vrhunci neznatni, te se gube na neizmjernoj veličini zemaljskoga površja. Zemlja naime ima u objemu 4000 Myr.; u promjeru 1276 Myr.; njezina površina broji 5·1 milijuna □ Myr. a sadržina broji 1082·8 milijuna kub. Myr. Najviši pak do danas izpitani vrh na zemlji Mount Everest u Himalaji jednak je tek $^1/_{1700}$ zemaljskoga promjera. Kako su neznatni ti vrhunci prema veličini zemlje, neka bude dokazom, što bi na zemaljskoj umjetnoj kruglji od jednoga metra promjera najviši vrhunci bili visoki jedan millimetar, da se tačno označe, kako se u naravi odnose prema ogromnosti zemlje. Na naših najogromnijih zemaljskih krugljah (globih) jedva bi se te neznatne brazgotine, a drugo niti niesu ti najviši vrsi, opaziti mogle. Po tom je posve jasno, da takve

neznatne uzvisitosti zemaljskoga površja ne mogu nikako u cielosti djelovati na oblik zemlje.

Kako smo neznatni mi gospodari zemlje, prispodobimo li se sa neizmjernom ogromnošću zemlje, koja opet nije ništa drugo već jedno od manjih tjelesa sunčanoga sustava, to jasno govore razmjerno neznatne uzvisitosti naših gora, koje mi sa svoje strane ne držimo samo ogromnimi i veličanstvenimi, već su i zbilja vanredno utjecale, a i danas još utječu na poviest i razvitak ljudskoga roda.

III.

Dnevna i godišnja doba.

Da li se sunce ili zemlja kreće? — Težkoća riešenja ovoga pitanja. — Koliko vriedi u tom pogledu izkustvo osjetili stečeno. — Kopernikov sustav. — Dokazi, da se zemlja kreće. — Kretanja (rotacija) zemlje. -- Krajnici (poli). — Polutnik (ekvator). — Dnevna doba. — Kako se jedan dan dobije ili izgubi, ploveći oko zemlje. — Putište zemlje oko sunca. — Os zemaljska stoji koso na svom putu. — Prividni put sunca. — Godišnja doba. — Obratnici, krajnici (polarnici) i zemaljski pojasi. — Kako raste i pada dužina dana i noći od polutnika (ekvatora) prama krajnikom (polom).

Poput drugih obhodnica ima i zemlja dvovrstno kretanje, i to oko svoje osi i oko sunca, središnjega tiela našega zvjezdovnoga sustava. Tačnim motrenjem opaža se i na suncu, kako se kreće samo oko sebe, premda se čini, kano da miruje sred sunčanoga sustava; medjutim je vrlo težko zaniekati, ne kreće li se čitavi sunčani sustav polagano u neizmjernom svemiru oko kakvoga nepoznatoga središta. — Dvovrstno kretanje zemlje protivi se gotovo još više svagdašnjemu opažanju nego okruglost zemlje, te je u istinu mnogo muke stajalo, dok se je razjasnilo i protumačilo, kako se zemlja kreće. Doista malo je odkrića prouzročilo tako žestoku borbu duhova, riedko se je kojoj nauci uzprotivio toliki niz predsuda i nesporazumljenja, kao nauci o dvostrukom kretanju zemlje.

Dokgod je sviet držao, da je zemlja ploča, ne mogaše niti zemlju drugčije pomišljati, već da miruje. Ravna je naime ploha naravni oblik i izraz počivanja i mirovanja, dočim se krugljom izražuje gibanje i kretanje. Sunce držahu stari sada krugljom, sada opet kristalnom lećom. Ono je izlazilo svaki dan na iztočnom zemaljskom rubu kod Indije, s toga je bilo tamo najtoplije podneblje; zalazilo je pak na zapadnom kraju iza Atlasa i Heraklovih stupova, gdje su s toga bili najhladniji krajevi. Sunce je obstojalo jedino poradi zemlje; ono je da tako rečem osebna zviezda naše zemlje. S toga su i pripisivali stari suncu takova svojstva, za koja se čini nama, koji znademo sunce kao silno središnje tielo našega zvjezdovnoga

sustava, da se ni malo ne slažu s njegovom ogromnošću i gospodstvom u spomenutom sustavu. Isti Herodot, taj oštroumni ali za nas naivni motritelj, vjerovao je, da mogu stalno duvajući sjeverni vjetrovi sunce sa svagdašnjega putišta sbaciti i zatjerati do Libyje, pače da može sunca i posve nestati. Pitagorovci su učili, da je u središtu njihovoga „kosmosa“ (svemira) nevidljivi centralni (osrednji) oganj, koji da razsvjetljuje kristalno sunce, podavajući mu svoju svjetlost i toplinu, na što sunce odsjevom razsvjetljuje i grije zemlju. Oni su doduše učili, da se zemlja kreće, ali ne oko sunca, već sa suncem oko središnjega ognja. Heraklid iz Ponta, učenik Platonov, da bi protumačio svagdašnje kretanje ostalih zviezda, prvi uztvrdi, da se zemlja kreće. Za njega kažu, da je prvi Veneru i Merkura nazvao mjeseci sunca. Aristotel (4. stolj. pr. Is.) učio je prvi s podpunom sigurnošću sustav, koji kaže, da je sunce posred ostalih zviezda (heliocentrički sustav), a ne ima sumnje, da su i mnogi drugi oštroumni matematici i filozofi staroga svieta naslućivali taj sustav. Pa kako ne bi! Motreći i poznavajući pojedine zviezde na nebeskom svodu, gomilale su se sve više težkoće, uzme li se, da zemlja miruje, a sunce da se miče. Pa je ipak malo ne dvie tisuće godina prošlo od onoga vremena, kad su prvi učenjaci naslućivali gibanje zemlje, do onoga vremena, gdje je ta slutnja postala neoborivom naukom! Koliko je trebalo naprezanja, koliko nastojanja i borbe, dok su napokon veliki umovi poslije mnogobrojnoga niza pokolenja tu istinu pronašli i jasno protumačili. Pa kako još i dan danas mnogi ljudi netačne pojmove imadu o kretanju zemlje!

Obje temeljne nauke, da se zemlja okrene oko svoje osi za 24 sata (tačno 23 s. 56 m. 4 sek.) i oko sunca za $365^1/_4$ dana (tačno 365 d. 5. s. 48 m. i 46 sek.) težko je zorno prikazati. Svatko motri, pak mu se čini jasno i nedvojbeno, da se sunce s ostalimi svemirskimi tjelesi okreće oko zemlje. Svatko drži sigurnim, da zemlja, na čijoj se jedrini osniva gotovo sav naš život, koju nebrojeno puta u raznih slikah zovemo nepromjenljivom i stalnom, zbilja posve miruje u tom neizmjernom svemiru. Istina je doduše, da je već oblik zemlje posve drugačiji, nego li nam se svaki dan pričinjava. Pošto su medjutim naša opažanja i izkustva malobrojna i neznatna prema ogromnosti i veličini zemlje, lako pojmimo, da se varamo glede oblika zemlje. Mi naime svaki dan jasno vidimo, kako sunce obilazi zemlju, sve, što vidimo i osjećamo, kaže nam, da zemlja miruje, te prema tomu možemo jedino znanstvenim iztraživanjem doći do uvjerenja, da je jedno i drugo samo obsjena. Doista se može uztvrditi, da osim

one nauke Eleatskih filozofa, po kojoj nauci ovaj sviet s ljudmi niti ne obstoji, već da su to samo varave obsjene, koje poput sapunskih mjehurića postaju pak se razplinu, ne ima nauke, koja bi nam se toli nevjerojatnom činila, kao što je nauka, da se zemlja kreće a sunce miruje. Posve je po tom naravno, da ljudi niesu tu, zdravomu razumu gotovo protivnu nauku, naprosto poput nepobitne istine vjerovali, već su zahtievali, da se dokaže, koji su to vanredno znameniti i odlučni razlozi, koji nas sile, da se odrečemo vjere u naša ćutila i opažanja, i da priznamo istinom, o čem nas ne može nikakvo istinito opažanje osvjedočiti.

Prije nego li razgledamo te razloge, spomenut ćemo koju o sigurnosti naših opažanja i izkustva. Zorna opažanja nas uče ponajviše, da razlikujemo tielo, koje se giba od onoga, koje miruje. Ipak ima zgode osobito u današnje doba, gdje se tako lako i mnogo putuje, da se uvjerimo, kako naša opažanja i u tom pravcu niesu posve istinita. Vozimo li se na kolih, koja se tresu i skaču, osjećamo dakako jasno, da se gibljemo, t. j. bivamo gibani. Ali u željezničkih kolih, koja lete preko tračnica lako i gladko, ne opažamo tako jasno, da se gibamo, pače nam se vrlo često čini, kano da se svi predmeti oko nas, čitava okolica miče, a mi da mirujemo. Isto se tako čini, kad se na parobrodu brzo vozimo, da se obala i sve, što je na obali, miče, a mi da sa ladjom stojimo. Nješto se slična opaža, kad željeznički vlak projuri kraj drugoga, koji stoji. Kod poredjanja vlakova na kolodvoru sigurno se je već mnogi od čitatelja prevario misleći, da se njegov vlak giblje, dočim se je susjedni vlak micao. Takove su obsjene neizbježive, jer po čem osjećamo, da se mičemo, ako se sami kraj toga ne gibljemo? Sigurno po tom, što se okolica oko nas mienja. Promjena pak našega okoliša može i tako nastati, da se on samo mienja, pa u mnogo slučajeva, gdje se takova promjena dogadja, ne znamo, kako to biva, da li se naime mi gibljemo ili naš okoliš. Po svem, što smo eto naveli, nije takodjer po opažanjih naših posve sjegurno, da li se sunce ili zemlja kreće. Kao kod željezničkoga vlaka ili kod parobroda, isto se tako možemo i kod sunca prevariti, misleći, da se ono kreće, dočim se u istinu mi gibljemo. To se može tim laglje dogoditi, što ne imamo osim promjene mjesta nikakva drugoga dokaza niti za kretanje sunca niti za kretanje zemlje. Na željeznici kaže nam štropot kotača, a na parobrodu topot parostroja, ako pozorno pazimo, da li se mičemo ili ne. Kod sunca i zemlje pak ne ima ni toga. Pjesnici doduše pjevaju o tom, kako sunce uz triesak gromova odredjenim putem putuje, ali taj triesak čuje samo pjesnička duša.

Mi ne imamo nikakvoga drugoga dokaza za gibanje nego li promjenu mjesta: sunce naime putuje polagano na nebeskom svodu svaki dan kružeći u luku od iztoka na zapad; s toga velimo obično: sunce se kreće. Prema svemu, što smo dosele naveli, priznati nam je, da po tom ne možemo ništa više zaključiti, već da se jedno od obiju tjelesa giblje: ili sunce ili zemlja. Koje se pak od tih tjelesa kreće, toga ne možemo reći, jer nam to ne kaže nijedno drugo opažanje. Možda ćemo laglje na to pitanje odgovoriti, ako zemlju prispodobimo s ostalimi obhodnicami. Ne ima sumnje, da se obhodnice kreću oko sunca. U starom su vieku dakako vjerovali, da se obhodnice sa suncem oko zemlje kreću, ali što se je raznovrstnimi opažanji dublje zaronilo u zvjezdovito nebo, to se je ta nauka nevjerojatnijom pokazivala. Sva oštroumnost, kojom se je nastojalo zamršene putove obhodnica uskladiti sa naukom, koja uči, da je zemlja posred ostalih zviezda (geocentrički sustav), urodila je napokon kod starih naroda sustavom, punim maštovanja. Potežkoće se pak, kojimi vrvi taj sustav, ne mogu maštovanjem riešiti. Med ostalimi potežkoćami znatna je ta, što se ne može približavanje i udaljivanje predhodnica protumačiti, ako zemlja miruje. Uzmemo li, da se kreću oko zemlje, to bi morale biti uviek jednako udaljene od zemlje. Ali više puta se pričinja, kano da su se daleko za čas udaljile od zemlje, a zatim popostale i opet se vratile. Donjekle si možemo to ovako predočiti, ako pomislimo konjanika, gdje jaše daleko od nas u velikom krugu ili elipsi. Kadgod se konjanik okrene, čini nam se kano da je popostao, onda nam se opet približuje, zatim se opet čini da je stao, na to se opet udalji i tako se to neprestano ponavlja.

Na drugu se je težkoću naišlo, kad se je upoznala veličina i udaljenost raznih zviezda od zemlje. Sunce i zviezde, za koje nam se čini, da za 24 sata obidju zemlju, morale bi se to brže oko zemlje kretati, što su od nje dalje, ta bi pak brzina već kod obhodnica, još više kod sunca, a najvećma kod ostalih stajačica tako neizmjerna bila, da je ne bi duh ljudski ni iz daleka mogao shvatiti. Kad se je na dalje uvidjelo, koliko je veće sunce od zemlje, pitalo se je, da li je vjerojatno, da se okreće div oko patuljka, najogromnije tielo našega sustava oko jednoga od najmanjih tjelesa? Isto tako kad se je upoznala neizmjerna množina svemirskih tjelesa, nastalo je pitanje, zašto da se tisuće i milijuni zviezda kreću oko jedne jedine malene obhodnice — naše zemlje? Što je na njoj tako znamenito, da gospoduje u svemiru? Bistro misleći i bez predsuda ljudi morali su držati, da sve govori proti tomu, da bi zemlja u

sredini svemira mirovala i da bi se sve zviezde oko nje kretale. Kad je na to jedan jedini i to podrietlom Slovjen, poznavajući dobro sve dojakošnje svemirske sustave i mnienja kao i isti svemir, usudio se glasno uztvrditi, da zemlja kao obhodnica s ostalimi obhodnicami obilazi sunce, to je njegova rieč poput munje razsvietlila pomutnju svih prijašnjih sustava, razriešivši ne jednu već stotinu težkoća i sumnja. Do onda se je poznalo preko 50 kristalnih sphaira ili šupljih krugalja oko zemlje, koje su razni zvjezdari uzimali, da protumače zapletene putove sunca, obhodnica i ostalih zviezda oko zemlje, a drugi su opet tumačili, da se sve obhodnice na zavojnicah okreću oko zemlje.

Poljak Nikola Kopernik (rodj. 1473) prvi je stao učiti, da se zemlja kreće oko svoje osi, a sve obhodnice oko sunca, središnjega tiela. On je time na najjednostavniji način protumačio svagdašnje kretanje nebeskoga svoda i prividni godišnji put sunca i obhodnica. Ali tek Ivan Kepler (rodj. 1571) odkrio je zakone, po kojih se kreću predhodnice i oblik njihovih putišta. Na mjesto težko razumljivih i vrlo zamršenih sustava staroga i srednjega vieka stupi sa Kopernikom na jedanput na vidjelo jednostavni posve jasni sustav, koji se već zbog svoje jednostavnosti mnogo bolje podudara sa svim onim, što u svemiru opažamo. Pa koliko je i svemogućega stvoritelja dostojnija nauka Kopernikova nego ona krparija Ptolemejskoga sustava, koja je vriedila u starom i srednjem vieku i koja nam se danas pričinja kao loše, nesavršeno strojilo, na kojem se svaki čas jedan vijak omakne i koje mora njetko svaki čas izpravljati i popravljati.

Zemlja se okrene oko same sebe ili oko svoje osi (rotacija zemlje) za 23 sata, 56 min. i 4 sek., t. j. za jedan dan. Vrteći se zemlja oko svoje osi, obraća postupno sve svoje dielove k suncu, te je neprestano polovica zemlje razsvietljena, a druga polovica zasjenjena. Ona polovica ima dan, a ova noć. Da se zemlja kreće sama oko sebe, dokazom nam je ponajprije već spomenuti oblik zemlje. Zemlja je na polovih (krajnicih) nješto sploštena a po sriedi med polovi nješto izbočena; takov pak oblik mora da primaju za kretanja sva tekuća i od mekane tvari tjelesa. Drugi je dokaz, što je teža od polova prema ekvatoru sve manja, većinom posljedica sredobježne (centrifugalne) sile. Spuštanjem težkih predmeta sa visokih mjesta kao i pokusi sa nihalom dokazano je, da se zemlja kreće oko svoje osi. Nadalje ćemo kašnje kod sveobćih vrlo važnih zračnih i vodenih struja opaziti posljedice, dakle ujedno i dokaz, da se zemlja kreće oko svoje osi. Ovdje moramo odmah spomenuti dvie tačke i jedan krug, jer

su vrlo važni, da se snadjemo na zemlji. To su krajnici (stožeri) ili poli i polutnik ili ekvator. Kad kažemo, zemlja se kreće oko svoje osi, to znači, da se kreće oko pomišljene crte, koja ide od jednoga kraja zemaljskoga površja sredinom zemlje do drugoga kraja. Spomenutu crtu zovemo zemaljskom osi, a krajne njezine tačke, na kojih se dotiče zemaljskoga površja, zovemo krajnici ili poli, a još tačnije zemljopisnimi krajnici ili geografskimi poli. U sredini med oba pola povući ćemo okrug oko zemlje, koji zovemo ekvator ili polutnik, jerbo dieli zemaljsku kruglju na dva jednaka diela, dakle na dvie polukruglje ili polutke (hemisfere). Poli i ekvator ne imaju inače nikakove znamenitosti već jedino, da se snadjemo na zemaljskom površju. To su samo pomišljene tačke i krug, te u istinu ne obstoje.

Zemlja se kreće od zapada prema iztoku, pak nam se s toga i čini, da sunce i zviezde obratnim putem, od iztoka naime na zapad putuju. S toga i opažamo, putujući od zapada na iztok, kako dnevna doba i ure sve ranije kažu, a sve kasnije, idemo li od iztoka na zapad. Svuda se ravnaju ure po tom, kako sunce stoji. Podnevom se zove ono doba dana, kad je sunce stiglo do najviše tačke nad obzorom, to pak ovisi o tom, kad je sunce taj dan izašlo. U Budimpešti sunce prije izlazi nego li u Zagrebu ili u Pragu, isto je tako tamo ranije podne i u obće dnevno doba cieli dan i svaki dan u godini. S toga i zaostaju naše ure, putujemo ili iz Praga u Zagreb ili u Budimpeštu. Tomu je uzrok, što Budimpešta leži iztočnije, te za kretanja zemlje oko osi od zapada prema iztoku sunčani traci prije padaju na Budimpeštu nego li na Zagreb ili Prag. S time je u savezu onaj neobični pojav, da jedan dan dobijemo, ako obidjemo zemlju od zapada na iztok, a izgubimo, ako ju obidjemo od iztoka na zapad, što je Jules Verne u svojem „Putu oko zemlje“ vrlo zanimljivo prikazao. Putujemo li iz Zagreba prema iztoku, dobijemo već u Biogradu gotovo 20 časova, jer imamo toliko ranije ovdje dnevna doba od Zagreba. U Astrahanu dobijemo prema našemu vremenu već $2^1/_2$ sata, u Sidneju ili Melburnu malo ne $^1/_2$ dana; a putujemo li dalje oko zemlje do Zagreba, dobit ćemo u svem 24 sata ili jedan dan. A kako se broje dani, pitat će mnogi čitatelj. Recimo, da je kod nas prvi svibanj 6 sati u večer, to će na stanovitoj tački u Tihom oceanu, gdje su dnevna doba za 12 sati pred nami, brojiti žitelji 2. svibnja 6 sati u jutro. Ta je razlika u dnevnom doba imenito mornarom neprilična, pak s toga već odavna mornari ploveći priedjeli naših protunožaca ili jedan dan dodadu ili oduzmu prema tomu, kako su k iztoku ili k zapadu ploveć jedan dan dobili ili

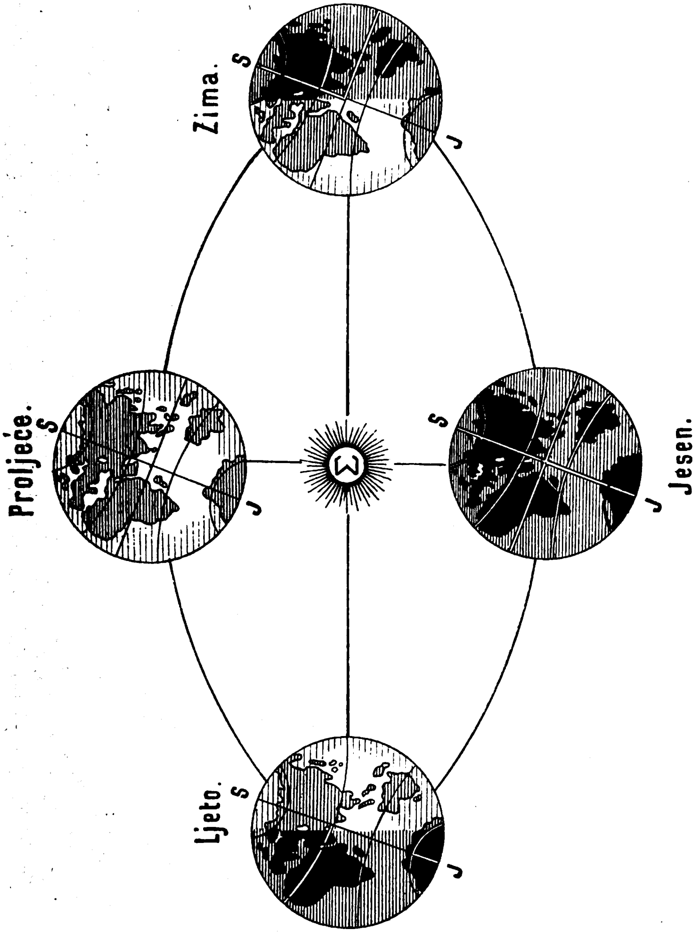
izgubili. Kad ladja polazeći sa iztoka dodje do 180° izt. duž., izpusti jedan dan, ter broji odmah mjesto prvoga drugi svibanj, a druga ladja ploveći od zapada na iztok prekoračiv spomenuti meridijan još jedanput broji 30. travnja, a tek sliedeći dan broji 1. svibnja.

Drugo je kretanje zemlje oko sunca (revolucija zemlje). Zemlja obidje sunce za jednu godinu ili tačno za 365 dana 5 ura 48 minuta i 46 sekunda. Put, kojim zemlja sunce obilazi, jest elipsa, t. j. na dvie suprotne strane produženi okrug. Svaka elipsa ima dva ognjišta. U jednom tih ognjišta jest sunce, pak s toga nije zemlja na svom putu uviek jednako udaljena od sunca. One tačke gdje je zemlja suncu najbliža (dosunje = perihelium) i one, gdje je najdalje od njega (odsunje = aphelium) zovu se sunčane vratine ili solstitionalne tačke. Razlika udaljenosti naše zemlje od sunca vrlo je znamenita po klimatičke odnošaje na zemlji. U dosunje stupa zemlja 1. siečnja (zimska vratina), a u odsunje 1. srpnja (ljetna vratina). Kad bi se to obratno dogadjalo, bila bi zima još hladnija, a ljeto još toplije, nego li je sada. Medjutim je za toplotu na zemlji još znamenitiji položaj zemlje prema suncu.

Os zemaljska ne stoji na svom putu ili ekliptici okomito, već se priklanja k stazi za $23^1/_2{}^0$, dakle čini sa stazom kut od $66^1/_2{}^0$. Os zemaljska drži se toga kosoga smjera za cieloga okreta zemlje oko sunca, t. j. položaj zemlje u svemiru ostaje uviek jedan te isti, položaj pak njezin prema suncu mienja se svaki čas. Da stoji zemaljska os okomito na svom putištu, ne bi bilo govora o izmjeni godišnjih doba. Sunčani bi traci okomito padali na ekvator; u ekvatorijalnih krajevih bilo bi nepodnosljivo vruće, a u polarnih krajevih bila bi strahotna zima, a tako bi bilo neprestano bez znatne promjene. Kosina zemaljske osi čini, da su za raznih godišnjih doba razni dielovi zemaljskoga površja k suncu priklonjeni. Sunce grije i razsvjetljuje uviek samo jednu polovicu zemaljskoga površja, a to nije uviek ista polovica. Pošto naime položaj zemlje uviek ostaje isti, dok oko sunca obilazi, izmjenjuju se tiekom kretanja svake godine pojedini dielovi zemaljskoga površja tako, da su njeko vrieme jedni a zatim drugi k suncu priklonjeni. Zimi je sjeverna polutka od sunca tako odklonjena, da do najsjevernijih dielova zemaljskoga površja sunčani traci niti ne dopiru. U isto doba su najjužniji priedjeli zemaljskoga površja tako priklonjeni suncu, da su neprestano razsvietljeni. Sjeverna polutka, na kojoj mi stanujemo, ima tada zimu, a južna ljeto. Obratno je u ono godišnje doba, kad je kod nas ljeto, jer je sjeverna polutka priklonjena suncu, a južna od njega

odklonjena. Početkom jeseni i proljeća dobivaju obje polutke jednaku množinu svjetla i topline. Liepo nam to pokazuje priložena ovdje sl. 4.

Promatrajmo sad prividni put sunca. Unutar pojasa, koji ide oko zemlje s jedne i druge strane ekvatora $23^1/_2{}^0$ na sjever i na jug, šeće se i kreće se sunce tekom jedne godine. Ne ima laglje stvari nego pratiti sunce na tom prividnom putu i svaki dan tačno



Sl. 4. Kretanje zemlje oko sunca (4 god. dobe).

opredieliti, gdje je sunce na svom putu. Sunce se naime tako kreće, da je 22. lipnja ljudem, koji stanuju na $23^1/_2{}^0$ ekvatoru na sjeveru, upravo nad glavom, t. j. u zenitu. Od nas u Zagrebu (46^0 sjev. šir.) sunce je taj dan udaljeno za $22^1/_2{}^0$, t. j. nam manjkaju $22^1/_2{}^0$ da ne padaju sunčani traci na nas okomito, t. j. pod 90^0. Odbijemo li dakle $22^1/_2$ od 90, dobit ćemo $67^1/_2{}^0$, dakle pod kutom od $67^1/_2{}^0$

padaju sunčani traci na Zagreb 22. lipnja. Došavši sunce na sjevernoj polutci 22. lipnja na $23^1/_2{}^0$, ne ide dalje na sjever, ili drugimi riečmi, ono je postiglo najvišu tačku na obzoru za sve, koji dalje na sjeveru stanuju, ter se vraća sliedećih dana. Dne 23. rujna sunce je upravo nad ekvatorom, podavajući objema polovicama istu množinu svjetla i topline. Od nas u Zagrebu sunce je udaljeno za 46^0, dakle nam toliko stupnjeva manjka, da ne padaju sunčani traci okomito; odbijemo li 46 od 90, to ćemo dobiti 44, dakle dne 23. rujna padaju sunčani traci na Zagreb pod kutom od 44^0. Idući dalje prema jugu dodje sunce 21. prosinca do najjužnije tačke, $23^1/_2{}^0$ ekvatoru na jugu, gdje tamošnjim žiteljem nad glavom, t. j. u zenitu stoji. Od nas u Zagrebu udaljeno je sunce za $46^0 + 23^1/_2{}^0 = 69^1/_2{}^0$; dakle na nas padaju sunčani traci posve koso: $90^0 - 69^1/_2{}^0 = 20^1/_2{}^0$, t. j. pod kutom od $20^1/_2{}^0$. Na to se opet vraća sunce prema sjeveru, gdje 21. ožujka opet nad ekvatorom okomito stoji. Prešav sliedećih dana ekvator, ide na sjever, gdje stigne 22. lipnja na $23^1/_2{}^0$ sjev. širine, odakle smo ga vidjeli prije godinu dana obraćati se prema jugu. Obje tačke na sjeveru i na jugu ekvatora, na kojih se čini, da se sunce na svom prividnom putu obraća prema jugu dotično prema sjeveru, označene su na globih (zemaljskih krugljah) i na zemljovidih svaka jednim krugom, koji se zovu obratnici (sjeverni ili rakov, južni ili jarčev) s toga, što se kod njih sunce na svom prividnom putu obraća. Što medju njima leži tropski je ili vrući pojas. U tom pojasu ima svako mjesto na godinu sunce dva puta nad sobom, t. j. u zenitu. Tamošnji žitelji ne imaju onda sjene o podne, dočim inače pada sjena o podne jednim prema sjeveru a drugim prema jugu. U tom je pojasu samo jednogodišnje doba, a razlika u duljini dana i noći nije velika. Što se pak više udaljujemo od obratnika prema polom, to niže stoji sunce na obzoru i to više koso padaju sunčani traci na zemlju, dok ne stignemo do tačke, gdje se sunce njeko vrieme ni ne pokaže nad obzorom.

Obratnikom uzporedno idu od pola udaljene za $23^1/_2{}^0$ dvie kružnice, koje zovemo polarnici. Znamenite su s toga, što unutar tih kružnica sve do pola njeko vrieme godine sunčani traci ne dopiru, a drugo opet vrieme za one priedjele sunce niti ne zapada. I to se osniva na tom, što zemaljska os stoji koso na svom putištu. Sjeverni je pol zimi odklonjen od sunca, a južni je u isto doba priklonjen. Od 23. rujna do 21. ožujka ne vidi se sunce s toga na sjevernom polu, dočim u isto doba na južnom polu ni ne zalazi, već je uviek nad obzorom. Nasuprot svietli neprestano sunce na sjeverni pol od 21.

ožujka do 23. rujna, dakle šest mjeseci, naime za našega proljeća i ljeta, dočim za tih šest mjeseci sunčani traci niti ne dopiru do južnoga pola. To su dakako skrajnosti. Ona pak tačka, na kojoj sunce svake godine samo jedan dan ne izlazi, a iza pol godine opet jedan dan ne zalazi, jest na sjevernom i južnom polarniku. Tamo naime traje najdulji dan 24 sata, a najdulja noć takodjer 24 sata. Što idemo dalje od polarnikâ k polom, to rastu najdulji dani i noći, dok napokon na svakom polu ne dodjemo do tačke, gdje traje pol godine dan, a pol godine noć. Ovaj dio zemaljskoga površja, koji je med polarnici i polovi zove se studeni pojas. Taj pojas ima samo dva godišnja doba, dugu zimu i kratko ljeto.

Pojas med obratnici i polarnici zove se umjereni pojas (na sjeveru i na jugu ekvatoru od $23^1/_2{}^0$—$66^1/_2{}^0$), te ima četiri godišnja doba. Žitelji toga pojasa ne vide nikada sunca u zenitu; žiteljem sjevernoga umjerenoga pojasa pada sjena o podne pravcem sjevernim, a žiteljem južnoga umjerenoga pojasa pravcem južnim.

Duljina dana i noći ovisi o položaju sunca. Stoji li sunce okomito nad polutnikom, dakle nad sredinom naše zemlje, to je polovica zemaljskoga površja razsvietljena, a druga polovica u tmini; zemlja je bi reć razpolovljena med danom i noću: dan traje 12 sati a noć isto toliko. Ovako je razmjerno najčešće u tropskih priedjelih, gdje nije tako velika razlika med duljinom dana i noći; kod nas to biva prvi dan proljeća i prvi dan jeseni, kad su dan i noć jednaki (proljetni i jesenski ekvinokcij). Od 21. ožujka pak do 22. lipnja raste dan nam na sjevernoj polutci, dok dostigne najveću dužinu na 22. lipnja, kad je u naših krajevih dug 16 sati; od 22. lipnja pada sve više do 21. prosinca, kad je kod nas dug samo 8 sati, dočim je noć najdulja.

Dužina dana i noći raste i pada prema udaljenosti od ekvatora (polutnika) ovako:

Udaljenost od ekvatora za	10°	20°	30°	40°	50°	60°
najdulji dan traje . .	12 s 35 m.	13 s. 13 m.	13 s. 56 m	14 s. 51 m.	16 s. 9 m.	18 s. 30 m.

Dužina se najkraćega i najduljega dana u sjevernom polarnom pojasu mienja ovako:

Udaljenost od ekvatora	70°	75°	80°	85°	90°
dan traje	65	103	134	161	186 dana
noć traje	60	97	127	153	179 dana

Za južni polarni pojas vriedi nasuprot u trećem redu niz brojeva za dužinu dana, a u drugom redu za dužinu noći.

IV.

Matematičke tačke i crte na zemaljskoj kruglji.

Obzor (horizont). — Tjemenjak (zenit). — Podnožnjak (nadir.) — Svemirska i zemaljska os. — Sjeverni i južni pol. — Uzporednici. — Visina sunca pojedinih mjesta. — Zemljopisna širina. — Podnevnici. — Zemljopisna dužina. — Kako se je od starine mjerila zemljopisna dužina. — Do sada je malo tačaka na zemlji astronomički opredieljeno. — Strane svieta. — Teža zemlje. — Mogućnost da se ju pronadje. — Privlačivost zemlje.

Rotaciji i revoluciji (kretanju) zemlje odgovara prividno dvovrstno gibanje sunca i nebeskoga svoda sa zviezdami, koje sa zemlje na sličan način opažamo, kao kad nam se u brzom željezničkom vlaku pričinja, da mirujemo, a priedjeli oko nas da se brzo miču. Ta prividna kretanja ostalih svemirskih tjelesa oko zemlje vrlo su pravilna, pak su već rano ljudi nastojali iznaći se na zemlji tako, da su po redovitom putovanju sunca i nebeskoga svoda opredielili njeke stalne tačke i mjerili vrieme. Nebesa su zemlji dala mjeru za prostor i vrieme; u svemirskih je visinah našao čovjek mjeru!

Spomenimo najprije koju o mjerenju prostora. Stojimo li na kakvoj ravnici, odakle je otvoren pogled na sve strane ili nalazimo li se sred morske pučine, čini nam se, da svuda na okolo nebeski svod omedjašuje naš vidik. On kano da počiva na rubu zemaljskoga površja, dižući se poput bezkrajne polukruglje nad zemljom. Mi vidimo ravnu zemaljsku plohu, kružnicu, u kojoj se nebo i zemlja dotiču i nad nami svedenu šuplju polukruglju. Upravo na temelju spomenutih opažanja dokazao je ljudski um, kao što smo već prije izveli, najjednostavniju i najnaravniju sliku zemlje. Kružnica, gdje se dotiču zemlja i nebeski svod, zove se obzor ili obzorje (horizont). Što se na više mjesto popinjemo, to nam se širi vidik, to je veći obzor. Kao što na zemlji, isto tako čini i na nebu spomenuta kružnica medju: nad njom se diže nebeski svod kao polukruglja, koju vidimo; pod

njom je takodjer takova polukruglja, koje ne vidimo. Obje polukruglje, vidljiva i nevidljiva, sačinjavaju kruglju, kojoj se u sredini mi nalazimo. To je kristalna šuplja kruglja starih filosofa, naš današnji nebeski svod; šuplja okrugla ploština, na kojoj motrimo sunce, obhodnice i ostale zviezde. Obzor, koji čini medju med vidljivom i nevidljivom nebeskom polukrugljom, zovemo *pravim obzorom*. Najviša tačka na vidljivoj nebeskoj polukruglji okomito nad nami zove se *zenit*, *tjemenjak*; nasuprot je pak okomito pod nami na najudaljenijem dielu nevidljivoga nebeskoga svoda tačka *nadir* ili *podnožnjak*.

Horizont, zenit i nadir niesu stalne tačke na nebeskom svodu, jer čim promienimo naše stajalište, mienjaju se i tačke. Ima medjutim i posve stalnih nepromjenljivih tačaka na nebeskom svodu, koje nimalo ne ovise o našem stajalištu. Za češćega promatranja zvjezdovitoga neba opazit ćemo, da se gotovo sve zviezde kreću u pravilnih uviek jednakih okruzih. Izlazeći na jednom kraju obzora obave svoj put na nebeskom svodu njeke većim a druge manjim okrugom, pak zapadaju opet na drugom kraju obzora. Ima medjutim zviezda, za koje se čini, da sveudilj miruju ili se posve neznatno giblju, a ujedno kano da su središtem, oko kojega se druge zviezde kreću. Na našoj sjevernoj polutci nalazi se takova mirna tačka nedaleko polarne zviezde, a na nasuprotnom kraju nebeskoga svoda ima takodjer takova mirna tačka, koju vide s južne polutke. Ono je sjeverni, ovo južni *nebeski pol*. Posve je naravski, da moraju takove dvie mirne tačke biti, uvaži li se, da se zemlja sama oko sebe kreće. Ako se naime njeka kruglja sama oko sebe vrti, ostaju dvie tačke sveudilj na istom mjestu. To su one tačke, preko kojih bi os prolazila, da se kreće tielo u istinu oko prave osi. Nam se dakle pričinjaju na nebeskom svodu dvie nepomične tačke s toga, što su takove dvie tačke na zemaljskoj kruglji, pošto nebeski svod i onako miruje, ter nam se samo pričinja da se kreće. Nasuprot prividnim nebeskim polom jesu na zemlji dva prava pola, *sjeverni i južni pol zemaljski*, koji označuju one tačke zemaljskoga površja, koje su posve mirne, kad se zemlja oko svoje osi kreće. Sjeverni pol ili krajnik zovu takodjer *arktičkim* od grčke rieči árktos, koja znači medvjed, dakle *medvjedji pol*, jer je naime sjeverna *polarna zviezda*, pod kojom je taj pol, u zvieždju maloga medvjeda; južni pak pol, pošto je nasuprot medvjedjemu polu, zove se *antarktički pol*. Spojimo li crtom ta dva pola, dobijemo *zemaljsku os*, oko koje se u istinu naša zemlja okreće, a produljimo li mišlju zemaljsku os do nebeskoga

svoda, eto svemirske ili nebeske osi, oko koje se prividno okreće zvjezdovito nebo.

Povrh polutnika i obratnika, tih već od naravi označenih tačaka i crta, ima još njekojih, koje si pomišljamo oko naše zemlje, da pronadjemo stalna i obćenito priznata načela, polag kojih se dade lako opredieliti položaj pojedinih mjesta na zemaljskom površju. Ponajprije pomišljamo na svakoj polutci od ekvatora (polutnika) do pola čitav niz kružnica, koje idu uzporedo med sobom i s ekvatorom. To su uzporednici ili paraleli. Uzporednici su jedan od drugoga udaljeni za 1° (stupanj), a svaki se stupanj po geometrijskom kutomjeru dieli na 60 časova, a svaki čas na 60 trenutaka. Od ekvatora, koji se označuje sa 0, brojimo na svakoj polutci 89 uzporednika do pola, koji se označuje sa 90. Pomoću uzporednika označuje se zemljopisna širina. Kad kažemo: Zagreb leži na 45° 49′ sjeverne širine, to smo time rekli, da je Zagreb za 45 stupnjeva i 49 časova ekvatoru na sjeveru. Pomoću tih brojeva možemo i prostornu udaljenost izmjeriti. Sve su naime kružnice jednako med sobom udaljene a objem zemlje iznosi okruglim brojem 5400 milja ili oko 40.000 km. Od ekvatora do pola je $^1/_4$ objema = 1350 milja ili oko 10.000 km., a razdielimo sa 90 to dobijemo, da je jedan uzporednik udaljen od drugoga za 15 milja ili 111·3 km. Po tom je Zagreb udaljen od ekvatora po prilici 680 milja ili 5000 km.

A kako se opredieljuje udaljenost njekoga mjesta od ekvatora i po tom zemljopisna širina? Najjednostavnije po tom, kako stoji sunce nad obzorom. Tko n. pr. vidi 22. lipnja sunce u zenitu, taj znade, da se nalazi na sjevernom obratniku, t. j. na 23° 30′ sjev. šir., jer taj dan upravo na sjeverni obratnik sunčani traci okomito padaju. Gdje je pak na taj dan sunce o podne nješto južnije od zenita (kao n. pr. u Zagrebu) to leži ono mjesto sjevernije od sjevernoga obratnika, naime toliko stupnjeva sjevernije, koliko je stupnjeva sunce o podne južnije od zenita. Tako se može za svako mjesto svaki dan po visini sunca pronaći zemljopisna širina. U Zagrebu, koji leži recimo okruglo na 46°, kao što smo u prijašnjem poglavju razložili, popriečna je visina sunca $90^0 - 46^0 = \mathbf{44^0}$; najveća je visina sunca za Zagreb $44^0 + 23^1/_2{}^0 = \mathbf{67^1/_2{}^0}$ naime 22. lipnja, a najmanja $44^0 - 23^1/_2 = \mathbf{20^1/_2{}^0}$, naime 21. prosinca. Još praktičnije dade se proračunati zemljopisna širina njekoga mjesta. Po visini naime polarne zviezde nad obzorom može se neposredno pronaći zemljopisna širina, jer je visina svemirskoga pola nad obzorom, t. j. visina ravna zemljopisnoj širini. Da stojimo na sjevernom polu, dakle

na 90° sjev. šir., to bi imali svemirski pol u zenitu. Krećemo li se pak prema ekvatoru, to i svemirski pol s nami pada. Na ekvatoru naime na 0° vidjeli bi ga upravo u obzoru; a u Zagrebu malo ne u sredini med sjevernim polom, t. j. na 45° 49′ sjev. šir. upravo je toliko stupnjeva nad obzorom, gotovo dakle u sredini med ekvatorom i sjevernim polom. Polarna zviezda stoji posve blizu sjevernoga ili nebeskoga pola, s toga nam kaže visina te zviezde nad obzorom gotovo tačno zemljopisnu širinu kojega mjesta.

Još nam je spomenuti podnevnike ili meridijane, takove kružnice, koje pomišljamo povučene oko zemlje, tako da idu preko oba pola ter okomito sieku uzporednike i ekvator. Dočim se sva mjesta, koja leže na istom uzporedniku, iztiču time, što imadu istu visinu sunca ter ista godišnja doba, mjesta, što leže na istom podnevniku, imaju ista dnevna doba, t. j. u isti čas izhod i zapad sunca kao i podne i ponoć. Odatle i potječe ime meridijanu (podnevnik) od latinske rieči „meridies“ (podne); meridijan dakle jest takova crta, koja spaja sva mjesta, što imaju u isti čas podne. Navadno se broji 180 podnevnika tako razmaknutih, da su svuda mjesta, koja se u dnevno doba za 4 časa razlikuju, za jedan stupanj med sobom udaljena. Mjesto naime, koje leži za 24 dio cieloga polutnika ($360^\circ : 24 = 15^\circ$) od nas dalje na iztoku ili na zapadu mora da ima podne i ostala dnevna doba za jedan sat prije ili kašnje od nas ($1^\circ = {}^1/_{15}$ sata t. j. 4 minuta). Po tom je dakle lako pronaći razliku dnevnoga doba medju dva mjesta, ako samo znademo razliku njihove zemljopisne dužine i obratno. Zemun imade n. pr. za 24 časa prije sunčani izhod i podne nego li Rieka, u obće za 24 časa prije sva dnevna doba nego li Rieka, te leži po tom za 6° iztočnije od Rieke. Ono mjesto koje leži za 60° nam na zapadu, ima za 4 ure (60×4 min. $= 240$ min.) za nami dnevna doba.

Meridijani se u koječem ne slažu sa paraleli. Paraleli su prema polom sve manji, a ipak uviek uzporedni med sobom, meridijani su nasuprot svi jednako veliki, te se svi sieku na oba pola pak idu svi okomito preko paralela i ekvatora. Pošto su svi meridijani med sobom jednaki, nastaje pitanje, od kojega meridijana da brojimo zemljopisnu duljinu. Na nebeskom svodu broje zvjezdari meridijane ili satne okruge od onoga meridijana, koji ide preko proljetne tačke, oni broje satne okruge (rectascensije) od zapada na iztok, tako da zviezda, koja u satnom krugu 150 (ili hora 10) leži, 10 sati poslije proljetne tačke stoji u kulminaciji. Na zemlji su medjutim svi meridijani jednaki, s toga se može po volji koji god uzeti za početni

meridijan. Stari grčki zemljopisci Strabon i Hiparh, koji su već nastojali, da crtami razrede ogromno zemaljsko površje, uzeše kao prvi meridijan onaj, koji ide preko otoka Roda. Ptolemej je prenio početni meridijan na zapad poznatih zemalja, na Kanarsko ptočje. Arapi su računali po meridijanu Bagdadskom. Pošto je bio odkriven put u iztočnu Indiju, računao se početni meridijan od Pik Tenerife, a kašnje od zapadnoga šilja otoka Fera na sjeverozapadu Afrike, pak je kardinal Richelieu dao po francezkih zvjezdarih proračunati udaljenost toga meridijana od meridijana Parižkoga. Ti su pronašli za zapadni šilj otoka Fera dužinu 19° 52′ na zapadu od Pariza; te pošto u ono vrieme nije još na minute posve tačan račun bio, uzelo se je, da Pariz leži podpuno 20° Feru na iztoku. Polag kašnjega tačnoga računa pronašlo se je, da zapadna obala Fera leži 20° 23′ 9″ Parizu na zapadu. Meridijan Fera je dakle idealni meridijan, koji računamo upravo 20° Parizu na zapadu. Po Feru se računa ili jednako prema iztoku oko ciele zemlje 360° ili pak 180° na iztok i toliko na zapad od Fera. Zgodno je, što računajući po Feru stari sviet ima iztočnu dužinu, a novi sviet zapadnu. — Žalibože još i danas niesu svi kulturni narodi složni glede prvoga meridijana. Nesretni i često škodljivi separatizam uzrokom je, da su s vremenom njeki narodi napustili kosmopolitički meridijan otoka Fera, pak su počeli po svojem posebnom meridijanu računati, i to Francezi po Parizu, a Englezi po zvjezdarni Greenwichskoj kod Londona (Feru na iztoku za 17° 40′). Rusi, Portugižani, Španjolci i Sjevero-amerićani imali su takodjer njeko vrieme ili još i danas imadu svoje posebne meridijane. Srećom da praktički nije dalje segla ta nesloga, već jedino da Englezi kao i svi pomorski narodi kraj Fera obično upotrebljuju meridijan Greenwichski.

Po svem, što smo u ovom poglavju razložili, lako se pojme izrazi: zemljopisna dužina i širina. Kažemo li n. pr. Zagreb leži pod 45° 49′ sjev. šir. i 33° 43′ izt. duž. po Feru, to znači, kao da smo rekli, da Zagreb leži ekvatoru na sjeveru 45° 49′, t. j. oko 5000 km. i 33° 43′, dotično malo ne 2 sata i 13 min. na iztoku meridijanu otoka Fera. Uviek treba na umu imati, da je zemljopisna širina udaljenost od ekvatora prema sjeveru ili jugu, a zemljopisna dužina udaljenost na iztok ili na zapad od meridijana Fera, i da se njom ujedno naznačuje razlika u dnevnom doba med dva mjesta. Kanimo li uzporednici i podnevnici označiti prostorne udaljenosti, treba da uviek mislimo na to, da se podnevnici prema polom sve više sbližuju, dočim uzporednici prema svomu imenu idu uviek uz-

poredo, t. j. jednako su medjusobno udaljeni. Podnevnici su samo na ekvatoru udaljeni jedan od drugoga za 15 geogr. milja ili 111·3 km., na 30° za 97 km., na 40° za 85 km., na 60° za 56 km., na 75° za 30 km. a na 90° za 0 km. Prema tomu je Zagreb udaljen od Ferova meridijana po prilici 510 milja ili 3784 km.

Zemljopisnu dužinu mjesta, na kojem se nalazimo, nije tako lako pronaći kao zemljopisnu širinu. Zemljopisna širina i dužina je za obretnike kao što i za mornare vanredno znamenita. Da se tačno označi zemljopisna dužina, mora da čovjek tačno znade dnevno doba, a to je moguće jedino kraj vrlo tačne i savršene ure. Putujemo li n. pr. sa izvrstnom urom iz Zagreba u Budimpeštu, to ćemo opaziti, da je zaostala za 12 časova i po tom zaključiti, da je Budimpešta za 3 stupnja više na iztoku nego li Zagreb. Idemo li od meridijana Fera na zapad 100 stupnjeva, to mora ura za 100 × 4 minuta dakle, za 6 sati 40 minuta napried ići. Za pravo radi se tuj samo o tom, da se vrieme jednoga mjesta prenese navrieme drugoga mjesta, pa da se onda medjusobno izporede. U naše su doba svladane neprilike, s kojimi se je prije bilo boriti, jer su naše džepne ure vanredno usavršene.

Kako su znamenite za pomorske narode savršene džepne ure, vidi se po tom, što je n. pr. već g. 1714. Britanski parlamenat razpisao bio nagradu od 20.000 funti sterlinga za uru, koja ne bi za 6 tjedana sgriešila više od dvie minute. Dan danas su ure-kronometri tako usavršeni kao ure na nihala. Kronometri se naime ne mjeri samo zemljopisna dužina na moru već i na kopnu. Tako je g. 1826. izpitana razlika u dužini med Altonom, Helgolandom, Bremenom i Greenwichem putujući šest puta sa 35 kronometara, a g. 1843 putujući sa 68 kronometara 15 puta med Pulkovom, glasovitom zvjezdarom kod Petrograda, Altonom i Greenwichem. Razlika zemljopisne dužine med Pulkovom, Arhangelskom i Moskvom pronašla se godine 1857. na četiri putovanja sa 30 kronometara.

Dok se niesu usavršili kronometri, nastojalo se drugimi sredstvi pronaći zemljopisnu dužinu. K tomu mogu na putovanjih djelovati na kronometre temperatura, vlaga, potresi, itd., pak je uviek dobro, može li se i drugim putem tačno opredieliti zemljopisna dužina. Za to su imenito zgodni onakovi pojavi na nebu, koji se dadu motriti na jednoj zemaljskoj polutci absolutno u isto vrieme. Ako se je unapried proračunalo, kad će se takav pojav dogoditi, pak nadje li mornar zabilježeno u nautičkih godišnjacih, kad se vidi takav pojav u Greenwichu, to će lako naći razliku vremena med svojim položajem i Greenwichem, ako opredieli tačno vrieme onoga mjesta, gdje je on

motrio taj pojav. Tako su sve do druge polovice 17. stoljeća bila pomrčanja mjeseca najbolje sredstvo, da se opredieli zemljopisna dužina. Već je Ptolemej kušao na temelju opažanja o pomrčanju mjeseca god. 331. u Arbeli i Kartagi proračunati razliku u zemljopisnoj dužini med ta dva mjesta. Kolumbo je označio na temelju opažanja pomrčine mjesečeve 14. rujna 1494. na otoku Haiti i 29. veljače 1504. na Jamaiki po kalendaru zvjezdara Regiomontana prve zemljopisne dužine zapadne Indije. Nadalje se može proračunati zemljopisna dužina pomoću pomrčanja sunca, pomrčanja Jupitrovih mjeseci, koja se često zbivaju, zatim za prolaza Venere, Merkura, itd. Na dalje se na kopnu dade označiti zemljopisna dužina sa uzvišenih mjesta pomoću ognjenih znakova, raketami, barutom, sunčanim svjetlom, koje se dade heliotropom na udaljene tačke reflektovati. Napokon su izvrstno sredstvo, da se opredieli zemljopisna dužina, električki brzojavi u savezu sa kronometri. Tako je g. 1866. i 1872. izpitana pomoću prekoatlanskoga kabela električnim brzojavom razlika zemljopisne dužine med zvjezdarom u Washingtonu i zvjezdarom Greenwichskom, te se pronašla na $5^h\ 8^m\ 12._1{}^s$ ($= 77^0\ 3'\ 1._6{}''$) i po tom konačno izjednačeno sračunjivanje zemljopisne dužine med starim i novim svietom.

Makar da ima toliko putova, kojimi se dade pronaći zemljopisna širina i dužina, ipak bi se varao, tko bi mislio, da je zemljopisna dužina i širina svih mjesta, označenih na naših zemljovidih, po kojem od spomenutih načina ustanovljena. Ima još na našoj zemlji ogromnih priedjela, na kojih nije još nijedna ili riedko koja tačka astronomički izpitana. Spomenut ćemo s toga, kako u tom slučaju onaj, koji nam našu zemlju u zemljovidih prikazuje — kartograf — položaj pojedinih mjesta označuje. Kad je mornar zbog oblačna vremena zapriečen astronomička opažanja izvadjati, preostaje mu samo jedno sredstvo, naime stroj, koji se zove Log, kojim može mjeriti provaljeni put, i kompas (bussola), koji mu kaže pravac ladje. Dužina provaljena puta i smjer označen na zemljovidu pomažu bez sumje, da se približno upozna položaj ladje. Slično radi i putnik-obretnik nepoznatih zemalja, ako ne može tačna astronomička iztraživanja izvadjati, ili ako ga prieče, da ne može strojeva upotrebiti. U tom slučaju može jedino kompasom opredieljen smjer i dužina provaljenoga puta služiti, da se približno označe odkriveni priedjeli. Risanje velikih zemalja u svih izvaneuropskih stranah biva na temelju ovako snimljenih putova (itinerarija.)

Sjeverni i južni nebeski pol upoznasmo kao dvie nepomične tačke sred neprestanoga kretanja nebeskih tjelesa. Pomoću tih ta-

čaka opredielismo razne tačke i crte u svemiru i na zemlji, njihovom pomoću možemo označiti i strane svieta. Pogledamo li za vedre noći na nebeski svod, to ćemo opaziti jasno svietleću polarnu zviezdu, kako mirno počiva na sjevernom nebeskom polu. Toj zviezdi nasuprot mora da leži jug. Okrenemo li se licem prema sjeveru, to izlazi sunce i ostale zviezde na desnoj strani, a na lievoj zalaze. Ono je iztok, a ovo zapad. A kako ćemo naći jug po danu, kad ne vidimo polarne zviezde, koja nam na sjever kaže? Na sjevernoj polutci imamo uviek sunce na jugu, i ono stoji svaki dan o podne, kad je dostiglo svoju najvišu tačku, upravo nad jugom našega stajališta, a zato i pada kod nas sjena o podne uviek sjevernim smjerom.

Kao što smo već na početku poglavja spomenuli, dala su nebesa ljudem mjeru ne samo za prostor već i za vrieme. Pošto je medjutim za mjerenje vremena već od vajkada uz sunce i zemlju vanredno znamenit i mjesec, to ćemo u sliedećem poglavju razložiti najvažnije stvari o mjesecu i nadovezati u kratko nauku o koledaru, al prije još spomenut ćemo kako su izmjerili težu zemlje.

Na prvi mah se čini pustom tlapnjom ili snatrenjem već sama pomisao, da se može opredieliti ili izmjeriti teža naše zemlje. Čovjek mjeri težinu samo onomu, što se dade vagati. A tko bi mogao zemlju vagnuti? Zar da se opet vratimo k staroj priči o Atlasu, koji nosi zemlju na svojih jakih plećih! Doista za takav posao trebalo je barem polubogova; čovječje sile prema tomu skroz izčezavaju. Ne da se ni pomisliti, kako se neizmjerno daleko razilaze sićušne sile ljudske s onim, što bi tuj imale izvesti. Pa ipak nemojmo se toga posla naprečac okaniti. Teža i težina jesu samo rieči. Pokušamo li pronaći pravi smisao tih rieči, to ćemo se uvjeriti, da se dade pronaći i težina zemlje.

Svako tielo privlači druga tjelesa, jer je privlačivost obćenito svojstvo sviju tjelesa. Zemlja, koja je najveće tielo, najveća gromada med pristupnimi nam svemirskimi tjelesi, privlači najjačom silom sve što je na njoj, jer je privlačiva sila to veća, što je ogromnije tielo, s kojega polazi. S te prekomjerne privlačivosti sva tjelesa na zemlji teže k tomu ogromnomu tielu, čija privlačivost neizmjerno nadilazi privlačivost svih ostalih tjelesa na zemlji. Kad bi mogla, sva bi se tjelesa sabrala oko zemaljskoga središta, gdje je ujedno sielo te silne privlačivosti. Ta težnja za središtem zemlje, koju zovemo težom ili težinom, to je veća, što je veće tielo, koje biva privlačeno. Težom ili težinom zovemo po tom silu, kojom njeko tielo sliedi zemaljsku privlačivost. Ima još i drugih privlačivih sila na zemaljskom površju osim zemaljskoga središta, ali se slabo opažaju, jer gotovo izčezavaju pred privlačivošću zemlje. Ipak se dadu mjeriti.

Uzmimo dva jednaka komada olova, pak ih na konac objesimo i to jedan na prostranoj ravnici a drugi kraj visokoga gorja. Onaj komad na ravni težit će prema središtu zemlje bez odklona, jer sliedi samo privlačivost zemlje; drugi pak komad ne će bezuvjetno težiti k središtu zemlje, već ga malo, neznatno privlači k sebi gorje (lokalna atrakcija). Uspije li nama — a da uspije iznadjene su mnoge sprave — izmjeriti razliku u smjeru obiju komada olova, to ćemo u toj razlici imati jakost privlačive sile, kojom djeluje ono gorje na olovo. Naš će zaključak glasiti: gorje svojom privlačivošću umanjuje za toliko i toliko privlačivost zemlje. Obje privlačivosti ovise o množini odnosno težini obiju tjelesa, naime zemlje i gore. Znademo li zatim težinu gore, koja se dade po svojoj veličini i po po množini kamenja proračunati, onda se može zaključiti, kolika je teža zemlje, jer njezinu privlačivost za izvjestnu količinu smanjuje poznata težina gore. Takovim se je računom pronašlo 5·6 kao specifična težina naše zemlje t. j. zemlja je 5·6 puta tako težka, kao ista množina vode ili po prilici tako težka, kao da sastoji od najgušćega željeznoga kisa. Spomenuti broj jest posljedak mnogobrojnih pomnjivih opažanja, koja su izvedena na najrazličitije načine, ali uviek na temelju razlike med privlačivošću zemlje i drugoga kojega tiela.

Prvi je slavni Newton (1642—1726) predvidjao, da će se olovnica zbog mjestne privlačivosti (lokalne atrakcije) odklanjati. To bijaše nuždna posljedica njegovoga zakona o teži (gravitaciji), koji se je u tom pogledu kašnje sjajno obistinio i potvrdio. Prvi pokus, da se pomoću mjestne privlačivosti pronadje osebna (specifična) težina naše zemlje izvedoše Hutton i Maskelyne god. 1774 na gori Shehallien Perthu na sjevero-zapadu. Oni pronadjoše za popriečnu gustoću zemlje 4·7. Kašnje je upozorio ruski pukovnik Strebnicki na jaku privlačivost gorja Kavkažkoga. Konačno su znamenita u tom pogledu iztraživanja učenjaka Cavendisha, Baily-a, Cornu-a i Jolly-a, koji je proračunao 5·6 kao specifičnu težinu zemlje. Dodajmo još, da se teža tvari, od kojih sastoji naša zemlja i na koliko su nam pristupne, mienja med 1 (voda) i 2·6 (škriljevac, granit, pješčenik, itd.), pak možemu punim pravom po posve abstraktnih brojevih zaključiti, da mora utroba naše zemlje prema sredini biti sve teža. Pak je i posve vjerojatno, da su se odmah s početka unutar zemlje tvari oko središta redale prema gustoći, ter da najteže sačinjavaju središnju jezgru. Sastoji li pak ta jezgra od željeza po analogiji meteorita ili pak koje od kremenika, koje od čistoga nikaljskoga željeza, ne će se po svoj prilici nikada moći dokazati.

V.

Mjesec.

Mjesec je razmjerno blizu zemlje. — Proučavajuć pobliže mjesec upoznajemo bolje i zemlju. — Siderski mjesec. — Sinodski mjesec. — Mjesečeve miene (faze). — Pomrčanja sunca i mjeseca. — O površju mjesečevu. — Na mjesecu ne može biti organičkoga života. — Razdioba vremena po mjesecu. — Koledar Julijov i Gregorijev. — Crkveni koledar.

Dočim sunce kao glavno i središnje tielo posred našega sustava bi reć gospoduje i milosti dieli te stoji tako na nebeskom svodu, da ga s njekim udivljenjem motrimo osjećajući svoju nemoć i ovisnost o njem, pričinja nam se mjesec gotovo prijateljski i nekako povjerljiv i pouzdan zbog stalne blizine i uzkoga veza sa našom zemljom. Mjesec je jedino od svih nebeskih tjelesa, koje ostaje trajno blizu naše zemlje. To je i razlog, da pored svega toga, što je on razmjerno maleno tielo — promjer mu broji 3480 km. a površina $^1/_{14}$ zemaljskoga površja — čini se nama velik gotovo kao sunce. Mjesec je tako blizu zemlji, da možemo njegovo površje, kao što ćemo kašnje spomenuti, u nekih pojedinostih upoznati. Pa ipak kako je daleko! 60 zemaljskih polumjera (= 38.000 Myr.) je doduše u očima zvjezdara razmjerno neznatna udaljenost, a nam se čini velika, kad pomislimo, da se tek našimi najsavršenijimi dalekozori opažaju samo oni predmeti na mjesecu, kojim mjeri promjer preko 100 metara. Dakako da možemo po tom mnoga svojstva mjesečeva upoznati, koja su nam za uviek sakrivena kod obhodnica, sunca i ostalih stajačica; nu ipak ne ćemo niti na mjesecu nikada proučiti pobliže sve pojedinosti i njegove osebnosti. Uza sve to je za svakoga, koji proučava našu zemlju, mjesec uz sunce najznamenitije tielo. Pa kako da i nije! On je uzko spojen raznimi odnošaji sa našom zemljom, on privlači zemlju, kao što se najbolje opaža za plime i osjeke, on, premda je sam tamno tielo, te dobiva svoju svjetlost od sunca, razsvjetljuje takodjer i zemlju, on prouzrokuje pomrčanja sunca, pak napokon koliko toga dobivamo mi za znanstveno upoznavanje zemlje, kad motrimo i izpitujemo mjesec.

Mjesec se kreće oko zemlje u elipsi, koja čini malen kut sa putištem, koje opisuje zemlja oko sunca. Neznatni taj kut 5° 9′ je ipak znamenit kod pomrčanja sunca i mjeseca. Obje tačke, gdje se sieče put mjesečev oko zemlje sa putištem zemlje oko sunca, zovu se mjesečeva razkršća. Te su dvie tačke vrlo promjenljive, t. j. one se prividno na zemaljskom putištu napried pomiču, dok nakon stanovitoga vremena opet stignu tamo, gdje su prije bile. — Zanimljivo je, kako ima mjesec za toga kretanja uviek istu stranu k zemlji okrenutu, dočim je druga strana mjesečeva od zemlje odkrenuta. Odatle je jasno, da u isto vrieme, dok se okrene oko zemlje, ujedno se okrene oko svoje osi. Dugim opažanjem pronadjoše doduše zvjezdari, da se mjesec donjekle od iztoka prema zapadu kao i od sjevera prema jugu koleba, ali to kolebanje (libracija) tako je neznatno — na svakoj strani za 7° 53′ — da se punim pravom kaže, da je ista polovica mjesečeva uviek prema zemlji okrenuta. To pak nije slučajno, već je po Hansenovih iztraživanjih od nas odkrenuta mjesečeva polovica gušća nego li ona polovica, koju mi vidimo. Obilazeći mjesec zemlju dodje do iste tačke, s koje je pošao, za 27 d. 7 s. 43 m. i 11·5 sek. Ovo se vrieme zove siderski mjesec. Za svakoga okreta oko zemlje zaostaje nješto mjesec za prividnim kretanjem zviezda sa cielim nebeskim svodom, dok se napokon na istom mjestu na nebeskom svodu t. j. kod istih zviezda nadje, gdje je bio prije više tjedana na početku svoga kretanja. Budući da se je medjutim i zemlja na svom putu oko sunca nešto prema iztoku nebeskoga svoda pomakla, to treba mjesec još dva dana, da dodje u onaj položaj prema zemlji i suncu, u kojem je bio na početku svoga puta. To je sinodski mjesec a traje 29 d. 12 s. 44 m. Najbolje možemo predočiti kretanje mjeseca i prividno gibanje sunca pomoću obiju kazala na uri. Oko 12 sati stoji jedno kazalo nad drugim, a to odgovara položaju sunca i mjeseca za mladja. U jedan sat je obišlo minutno kazalo 60 minuta, to vrieme odgovara siderskomu mjesecu. Medjutim treba još daljih $5 ^1/_{11}$ minute, dok su opet oba kazala jedno nad drugim; to vrieme od $65 ^1/_{11}$ minuta odgovara sinodskomu mjesecu. To je ujedno razlog, da svaki sliedeći mladj i uštap biva u sliedećem zviežđju. Ako je n. pr. uštap mjeseca srpnja u ovnu, to će biti mjeseca kolovoza u biku, sliedećega mjeseca u blizancih itd.

Okrećući se mjesec okolo sunca, dolazi u takav položaj, da ga ili ne vidimo ili da mu samo četvrt ili polovicu njegove ploče vi-

dimo razsvietljenu, a napokon da je ciela njegova ploča razsvietljena. Ove promjene mjjseca zovemo miene ili faze mjesečeve. Takovu jednu mienu — četvrtinu mjeseca — prikazuje nam sl. 5. Kada po zapadu sunca nastane mrak kraj vedra neba, te neima baš ni malo svjetla od mjeseca, tada se veli da se mjesec mladi; to je tako zvani mladi mjesec ili mladj. Ne vidimo mjeseca pak zato, što se tada nalazi medju suncem i zemljom, s čega je razsvietljena samo ona strana mjeseca, koja je obrnuta prema suncu; ona pak strana, koja je obrnuta prama zemlji, jest u tmini. Ako je mladi mjesec upravo u sredini med suncem i zemljom, zasjeni tako zemlju, da se sa zemlje ne vidi sunce. Tako nastaje pomrčanje sunca, ili za pravo pomrčanje zemlje, jer ona ostane u tmini. Mjesec, premda je malen, može zastrieti sunce za to, jer je razmjerno vrlo blizu zemlje. Pomrčanje se dakle sunca može dogoditi jedino za mladja. — Mjesec se na to kreće prema iztoku, te vidimo za sliedećih 7—8 dana od njegove prama suncu okrenute strane najprije okrajak u slici srpa, a zatim sve više, dok nam se ne ukaže desna polovica njegove ploče razsvietljena; to se zove prva četvrt. Mjesec stoji onda prema suncu i zemlji tako, da medju sobom čine pravi kut, jer je mjesec od sunca na iztok udaljen za 90°. Kad sunce zapada, stoji mjesec već visoko na nebu.

Poslije toga kreće se mjesec opet dalje, te se njegova ploča sve bolje razsvjetljuje, dok ne dodje po prilici poslije tjedan dana upravo nasuprot suncu, gdje mu je onda sav kolut, okrenut k suncu, razsvietljen. To se zove pun mjesec ili uštap. Mjesec izlazi taj dan upravo tada, kad sunce zalazi, te je udaljen od sunca za 180°. Zemlja stoji tada med suncem i mjesecem, pa ako je upravo u sredini med obja tjelesa, zasjeni mjesec, t. j. sunčani traci ne mogu poradi zemlje na mjesec padati i s toga nastaje pomrčanje mjeseca. Pomrčanje se dakle mjeseca može jedino dogoditi u vrieme uštapa. Odslije se mjesec svaki dan miče sve dalje i gubi sve više svjetlost, dok mu se po prilici za tjedan dana opet samo polovica vidi razsvietljena, ali taj put lieva. To je posljednja četvrt. Mjesec pravi opet sa zemljom pravi kut, te je udaljen od sunca za 270°. Mjesec izlazi onda oko pónoći, a sliedećih noći sve kasnije t. j. sve bliže prema jutru, dok se samo malo prije izhoda sunca ne pokaže, a onda se opet ne vidi. Tada nastaje na novo mladi mjesec. — Zvjezdari zovu mladi i puni mjesec syzygijami a prvi i zadnji četvrt kvadraturami mjeseca.

Pomrčanja sunca i mjeseca niesu uviek jednaka. Najjača su totalna ili podpuna pomrčanja, kad su sva tri nebeska tiela

Sl. 5 Četvrtina mjeseca.

sunce, zemlja i mjesec tačno u istom upravnom položaju. Pomrčanja sunca mogu biti i kolutasta, kada je naime sunce zasjenjujući mjesec u odzemlju (apogeum), t. j. kad je mjesečev prividni promjer manji od promjera sunčanoga. Kad je mjesec u dozemlju (perigeum) onda je pomrčanje sunca podpuno. Čestna su pomrčanja, kad se spomenuta tri nebeska tiela posve ne pokrivaju. Zvjezdari, kojim su dobro poznata putišta zemlje i mjeseca oko sunca, proračunavaju pomrčanja posve tačno unapried.

Još ćemo koju navesti, kako je poznavanje mjeseca znamenito za usavršivanje naših opažanja na zemlji. Na mjesecu se već prostim okom opažaju njeka svjetlija, a druga opet tamnija mjesta. Izporedi sl. 6., koja nam prikazuje površinu mjesečevu. Gledamo li dalekozorom na mjesec, čine nam se tamna mjesta kao velike ravnice, a svjetla kao ogromne gore sa čunjastimi vrhunci u sredini, koji poput vulkana imadu rigala, te su visoki gotovo kao najviši gorski vrhunci na zemlji. Vulkanska su rigala na mjesecu mnogo ogromnija od zemaljskih. Tako n. pr. Ticho najveći vulkan na mjesecu ima rigalo sa promjerom od 88 km., dočim najveća vulkanska rigala na zemlji Kilanea na Havajskom otočju i Tengger na Javi mjere tek njekoliko km. u promjeru. Nije li brže ohladjivanje manjega svemirskoga tiela ili možda slabiji tlak ohladnjele kore, ili manja gustoća razlogom spomenutoj razlici med zemljom i mjesecem? Teža je naime mjesečeva 3·20 puta tolika, kao što je težak isti objem vode. Po tom se odnosi gustoća zemlje prema mjesečevoj kao 1 : 0·57. Uzmemo li zemlju kao 1, to je mjesec 0·0117. Naših 50 kgr. težilo bi na mjesecu samo 8 kilograma.

Na mjesečevoj polukruglji, koja je k nam okrenuta, ne ima atmosfere (ozračja). Znamenite li rieči! Naš zrak nosi zvuk, a na mjesecu ne bi se mogla čuti rieč, pak ne ima telefona, koji bi tomu doskočio. Preko tamošnjih mrtvih priedjela ne duva nikada vjetar, jer gdje ne ima zraka, ne ima niti ugrijavanja zraka, a bez toga ne ima niti gibanja zraka. Na mjesecu ne ima oblaka. Nebeski svod nije modar već taman. Na crnom uviek zvjezdovitom nebu kreće se po danu polagano žarka sunčana kruglja. U jednoj uri izašlo je sunce na zemaljskom ekvatoru za sve tačke na prostoru od 1675 km., na mjesečevom ekvatoru pak pomiče se sunčano svjetlo svake ure samo za 15 km. Pošto ne ima tamo kao na zemlji sumraka, mienja se naglo svietli dan sa tamnom noći. Nadalje ne ima na mjesecu godišnjih doba, već su dan i noć ujedno ljeto i zima. Od onoga časa, kad se pojavi sunce na mjesecu, traje dva tjedna dan. Pomi-

slimo, kolika li žega mora nastati, kad 14 dana ne prekida hladna noć tropske žarine, i nikada nikakav oblačak ne ublažuje silne vrućine. Nasuprot čim se je sunce sa mjesecem oprostilo, raste naglo studen, jer ne prieče oblaci niti zrakokrug puštanja topline. 14 dnevna ledena studen na mjesecu daleko nadilazi zimu na naših polovih, jer ovamo još sižu ugrijani zračni slojevi iz toplijih krajeva, dočim na mjesecu ne ima vjetra. Po tom nemojmo tražiti na mjesecu organičkoga života, jer ne ima biljke, koja bi mogla podnieti izmjenu žarke temperature sa nadpolarnom zimom. K tomu ne ima atmos-

Sl. 6. Mjesečeva površina.

fere nuždne za disanje bilja, niti kiše, koja podaje bilju rudnu hranu. Naravno da se još manje može pomisliti životinjski život na mjesecu. Njeki dosjetljivi pisac je s toga nazvao mjesec slabićem, a moglo bi se reći, da je leš slabića nemogući hraniti niti mahovine niti malih mušica — gola pustinja. Tako eto vidimo u mjesecu zanimljivu sliku svemirskoga tiela, koje se je pod drugimi odnošaji učvrstilo i sgustnulo, a ujedno se je već i više ohladnjelo nego naša zemlja.

Pošto smo eto upoznali i drugo tielo, koje je vrlo znamenito za mjerenje vremena, navesti ćemo u kratko, kako se je vrieme mjerilo već od prastarih vremena. Već su najstariji narodi počeli dieliti vrieme na veće i manje odsjeke. Naravno da su pri tom najviše pazili na glavna za nas nebeska tjelesa sunce i mjesec. Tako je nastao koledar, koja rieč ima svoj početak od latinske rieči calare = ozivati (grčki: kalein), jer su u Rimu svećenici dan mladoga mjeseca, dakle početak mjeseca javno ozivali; s toga se je taj dan i zvao u Rimljana: Kalendae. — Stari su narodi vrieme od mladja do mladja nazvali mjesecem, a pošto ima na godinu 12 mladja, dielili su godinu već u najstarije vrieme na 12 mjeseci. Takovu čistu mjesečnu godinu imaju još i danas Turci. Ona je kraća za 11 dana od prave sunčane godine. Budući da vrieme od mladja do mladja traje $29\frac{1}{2}$ dana, to su mjeseci kod starih naroda imali izmjenice 29 i 30 dana. Kad se je kasnije sunce tačnije opažalo i pronašlo, da je sunčana godina nješto dulja od 12 mjeseci, zadržao se je ipak broj mjeseci, samo se je pomnožao broj dana kod pojedinih mjeseci na 30 i 31 dan. — Stari niesu samo godinu razdielili po mjesecu na 12 mjeseci, nego su i mjesec razdielili na 4 nedjelje ili sedmice, jer mjesec ima od prilike svakih 7 dana (tačno 7 dana i 9 sati) drugo lice. Možda je tomu uzrok i starodavna svetost broja 7, a i 7 starih obhodnica, a to bijahu Saturn, Jupiter, Mart, Sunce, Venera, Merkur i Mjesec. Kad je bila prva knjiga Mojsijeva o postanku svieta pisana, već je imala nedjelja sedam dana. Bog sam kaže u I. knjizi Mojsijevoj: „Neka budu vidjela na nebeskom svodu, da diele dan i noć, da budu znaci vremenom, danom i godinam“. — Kao što se po mjesecu dieli godina na 12 mjeseci i 52 sedmice, tako se isto po suncu dieli na dane i noći. Razdioba dana na 2 × 12 sati doduše je samovoljna, ali u svih naroda obična. Po svoj prilici je tomu povod u 12 mjeseci. Kao što se naime dieli godina na 12 mjeseci, tako ima dan i noć po 12 diela.

Koledar se dieli na astronomijski (zvjezdarski) i na kršćansko-crkveni. Astronomijski se koledar osniva na sunčanoj godini t. j. na vremenu, što ga treba sunce na svom prividnom putu od jednoga do drugoga proljetnoga istonoćja, a to vrieme iznosi 365·242 dana. Prema tomu ima obična godina 365 dana. Time se medjutim izgubi svake godine malo ne $\frac{1}{4}$ dana, dakle u četiri godine po prilici jedan dan. S toga se svake četvrte godine jedan dan umetne, te ona godina ima 366 dana i zove se prestupna godina. Pošto se u mnogo godina ipak time nješto previše dodaje, to se opet svakih 400 godina

tri umetnuta dana izpuste. Biva to pak onih godina, koje imaju na koncu dvie ništice, a bez tih niesu djelive sa brojem 4. Tako n. pr. nije bila prestupna godina 1700 niti godina 1800, a ne će biti niti godina 1900, dočim će godina 2000 opet biti prestupna. Nu niti taj račun nije posve tačan. Premda se naime svakih 400 godina tri dana prestupnih godina izpuste, nije to ipak dostatno, pošto bi tačno trebalo izpustiti 3 dana 2 ure 41 čas i 20 trenutaka. To čini po prilici za 3600 godina opet jedan dan. Ako se dakle u 3600 godina još jedan dan prestupne godine izpusti, bit će račun tačan. U starom je vieku od Julija Cezara brojila godina $365^1/_4$ dana, ne gledeći na to, da se je 11 časova i 12 trenutaka previše računalo. Tako uredjeni koledar zove se Julijev koledar. Do godine 1582. medjutim narasla je spomenuta pogrješka Julijeva koledara — premda je Nicejski koncil g. 325. bio umetnuo tri dana — na 10 dana, tako da nije dan proljetnoga istonoćja bio 21. ožujka nego već 11. ožujka. S toga odredi papa Gregorije XIII., da iza 4. listopada te godine sliedi 15. listopada a ne 5. K tomu je isti papa uredio i prestupne godine onako, kao što sam već gore spomenuo. Tako izpravljeni koledar zove se Gregorijev koledar. Iztočna se medjutim crkva i dan danas drži Julijeva koledara, te je s toga već do sada za nami za 12 dana.

Kršćansko-crkveni koledar ravna se po tom, što su njeke crkvene svetkovine nepomične, a druge su opet pomične. Nepomične t. j. uviek na stalan dan godine su: nova godina na 1. siečnja, sviećnica na 2. veljače, blagoviest na 25. ožujka, božić 25. prosinca, itd. Pomične su svetkovine, koje se ravnaju po uzkrsu n. pr. cvjetna nedjelja, spasovo, duhovi, itd. Koncil u Niceji g. 325. odredio je, da se uzkrs uviek svetkuje prve nedjelje iza proljetnoga uštapa; onda je sliedeće nedjelje uzkrs. Po tom može biti najranije uzkrs 22. ožujka, ako je naime uštap 21. ožujka i to u subotu; a najkašnje 25. travnja, ako je 20. ožujka uštap, jer onda je prvi proljetni uštap tek 18. travnja, pa ako je taj dan nedjelja, onda je uzkrs 18 + 7 istom 25. travnja.

VI.

Vulkanizam.

Kako se je slabo prodrlo do sada u unutrašnjost zemlje. — Naslućivanja o zemaljskoj nutrinji. — Opažanja o temperaturi zemaljske kore. — Vrlo je vjerovatno, da je unutrašnjost zemaljska žarko tekuća. — Što su vulkani. — Kako postaju vulkanske gore. — Lava. — Izumrli vulkani. — Razširenost vulkana na zemlji. — Veličina vulkana. — Podzemski plinovi. — Što je potres. — Okomiti, valoviti i potresi u okrugu. — Jakost i strahota potresa ovisi o raznih okolnostih. — Potresi u primorjih. — Potresni predieli — Seismometer. — O postanku potresa. — Falbova teorija.

1.

Dubljine na zemaljskom površju, do kojih se je do danas došlo, ne mjere mnogo preko 1000 met., što posve izčezava pred ogromnošću naše zemlje. Njeka najtoplija vrela izviru doduše iz dubljina još jedanput tako dubokih, ali i ta su samo neznatno bliža središtu zemlje. Po tom nas dakle najdublji rovovi kao i najdublja vrela slabo upoznavaju sa nutrinjom zemaljskom; oni samo crtare po zemaljskoj kori ostavljajući nepoznat najveći dio zemaljske sadržine. Oni su jedva prodrli, da prispodobimo s tielom čovječjim, kožu zemaljskoga trupla. Takovi su rovovi tako neznatni na ogromnom zemaljskom površju kao n. pr. dubljina od $^1/_5$ mm. izvedena bumbačom na globu, kojemu iznosi promjer jedan metar. Odatle sliedi, da je sve što se govori o zemaljskoj unutrašnjosti, djelo umovanja i maštovanja, zornih opažanja ne imamo o tom nikakvih.

Mnoge su doduše hipoteze o nutrinji zemaljskoj vjerovatne ali ništa nije dokazano nepobitnimi činjenicami. Njeke se tvrdnje osnivaju na obćenitih odnošajih zemlje i ostalih tjelesa sunčanoga sustava. Zajedničko i u bitnosti jednako kretanje planetâ oko sunca svjedoči, da su njekoć suvisili i po tvari se podudarali. Žarko stanje, u kojem se još danas sunce nalazi, bilo je njekoć svim zajedničko. Planeti su se tečajem vremena ohladnjeli i sgustnuli. Da je tomu tako svjedoči nam, što niesu pravilne kruglje, već su na polovih malo splošteni i oko sredine nješto izbočeni; po tom su morali prije

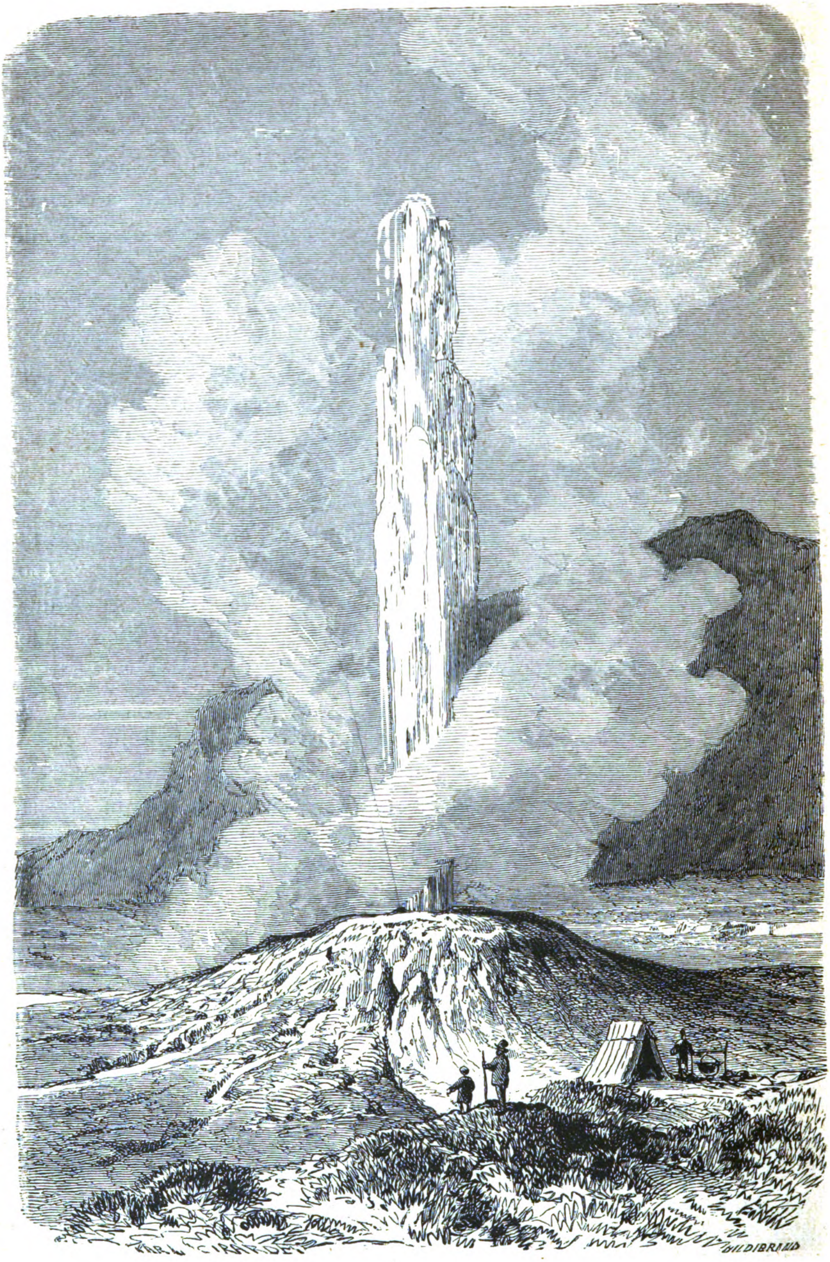
biti rjedji, jer sgusnuta i čvrsta tjelesa ne primaju kretanjem spodobe ellipsoida. Prema tomu naslućujemo, da su njekoć sva svemirska tjelesa sunčanoga sustava sačinjavala zajednički sa suncem jednu jedinu žarku masu, koja se je sama oko sebe u svemiru kretala. Planeti, asteroidi, donjekle i kometi kao u obće sva tjelesa sunčanoga sustava odtrgla su se s vremenom od te mase, ter su ohladnjela. Samo sunce, ogromni preostatak te žarke mase, tako rekuć jezgra, od koje su okrajci odpali, osta žarko i usjano u središtu. Po ovoj teoriji bijaše i zemlja njekoć žarka, pa se smije naslućivati, da je u njezinoj unutrašnjosti još preostalo žarine, kojom se je njegda ciela žarila.

To je eto niz zaključaka o zemaljskoj unutrašnjosti; drugi se pak osniva na opažanjih o temperaturi zemaljske nutrinje. Već u 17. stoljeću stadoše opažati i mjeriti toplinu podruma, a od polovice 18. stoljeća mjerena je toplina u mnogih zemaljskih rovovih. U novije pak vrieme mjeri se tačno toplina u mnogih rudnicih i artežkih zdencih. Posljedica svih tih opažanja jest, da toplina njekom pravilnošću raste, što se dalje u zemaljsku unutrašnjost prodire. Premda se do sada razmjerno nije duboko došlo, ipak se je opazila toplina na dnu najdubljih rovova preko 30° C. veća nego na njihovih ušćih. Prodiruć u dubljine zemaljske opazilo se sliedeće. U dubljini od 25 met. prestaje u naših stranah svaki trag promjeni topline, koja bi potjecala od sunčanih trakova. U zemljah, gdje se mnogo ne mienja toplina, gubi se još prije pod zemljom. Tako je n. pr. po Junghuhnu na otoku Javi već u dubljini $^2/_3$—1 metra uviek jednaka toplina, jer se tamo temperatura zraka i zemaljskoga površja neznatno mienja. U našem umjerenom pojasu pak opaža se dnevna promjena topline u dubljini od 1—15 met. U onih dubljinah neprestano je jednaka toplina i to ista sa središnjom godišnjom toplotom dotične škole. Odanle medjutim raste toplina, te se do danas nigdje nije došlo do medje, gdje bi prestala rasti. Što se dublje išlo, to je bilo toplije, pak je rasla toplina u cielosti tako pravilno, te se je po mnogih opažanjih moglo zaključiti, da za svakih 30 met. naraste za 1° C. Našlo se je doduše i iznimaka, koje nastaju zbog raznolikih naslaga ili što prodire u unutrašnjost zemaljsku voda sa površja, te radja polagano kemijske promjene ili napokon zbog drugih nepoznatih mjestnih okolnostih. Unatoč tomu može se ipak uzeti, da popriečno za svakih 30 met. dubljine toplota raste za 1° C. Dapače i u Sibiriji, gdje se je našlo smrznuto tlo u dubljini od 116 met., te ide valjda do 180 met. ledeno tlo, opazilo se, da je med površjem zemlje i spomenutom debljinom narasla toplina za 14° C.

Do istoga ćemo zaključka doći, budemo li promatrali topla vrela ili toplice. Vrela, kao što je Karlsbadsko sa 75° C., Wiesbadensko sa 70°, Baden-Badensko sa 68°, Budimsko i vrelo u Mehadiji sa 64°, Topusko sa 61°, Varaždinsko sa 57·5° C. itd., jasno svjedoče, da je znatno toplije u dubljinah, iz kojih dolaze. Jer odakle bi inače imala ta vrela toplinu, ako ne iz toplijih slojeva u zemaljskih dubljinah? Topline od 112—127° C., na koju su se namjerili u velikom gejzeru Islandskom (Sl. 7.), ne ćemo niti spominjati, jer pripada vulkanskomu tlu.

Sve nas to vodi do zaključka, da postojano rastuća toplina prema unutrašnjosti zemaljskoj napokon tako naraste, da je u stanovitoj dubljini naša zemlja žarko tekuća. A do toga zaključka, kao što smo vidjeli, dovelo nas je promatranje o razvitku zemlje i suvislosti s ostalimi tjelesi sunčanoga sustava. A u kojoj je dubljini unutrašnjost zemaljska usijana i žarko tekuća? Da bi se moglo kamenje taliti, koje se nalazi u zemaljskoj kori, treba barem 2000° C. Tolika vrućina mogla bi polag zakona, po kojih raste toplina za redovitih okolnosti, tek nastati kod 200.000—300.000 met. dubljine (po Heinrichu već kod 83·744 m.) dakle kod 200—300 struke dubljine, do koje se je danas u najdubljih rovovih došlo. Spomenimo k tomu, da si pomišljamo, kano da je kamenje posve jednolično, što se ne da dokazati, i da se niesmo obazirali na vanredan tlak u tolikih dubljinah. Naš se dakle račun osniva na pukom naslućivanju.

Isto tako ne možemo tačno odgovoriti na pitanje, kako u pojedinosti izgleda unutrašnjost zemlje. Ponajprije mora da je gušća nego li kora zemaljska, pače prema sredini mora da je mnogo gušća. Nadalje ako je žarko tekuća, nastaje pitanje, da li je takova sva skroz i skroz. Ne dokazuje li upravo velika težina ciele zemlje, kojoj je bez sumnje sielo u središtu, da prema nutrinji raste gustoća njena? Dade li se nadalje pomisliti, da zemaljska kora, debela kakovih 220 do 300 km. ili još manje (po dru. prof. Pilaru 120 km., t. j. $^1/_{53}$ zemaljskoga promjera) tako čvrsto, kao što vidimo, obuhvaća žarko tekuću masu sa 40—50 puta većim promjerom? Nije li zbog toga, što je jači tlak prema središtu zemlje, žarka masa manje tekuća? Zar ne bi mjesec i sunce, koji more privlače, takodjer privlačili i pokretali zemaljsku unutrašnjost, da je zbilja žarko tekuća? Ne odgovara li po tom više istini, ako uzmemo, da je središte zemlje čvrsto i težko jedro, nego li žarko tekuća masa, koja da posve izpunjuje zemaljsku kruglju, što je šuplja i razmjerno tanke kore?



Sl. 7. Veliki gejzer na Islandu.

Sva ta i još mnoga druga pitanja postaviše si izpitatelji zemaljske unutrašnjosti. U njekih se stvarih složiše, a u njekih traje i danas prepirka. Mnogi su geolozi, fizici i astronomi pače uztvrdili, što je vrlo nevjerovatno, da je zemlja posve čvrsto tielo, i to bud od svoga postanka, bud da se je s vremenom posve učvrstila. Drugi opet drže (Hopkins, Poullet-Scrope, Dana, Sterry-Hunt), da je jezgra zemlje čvrsta (od željeza), a med jezgrom i korom zemaljskom da je u podzemskih kotlinah žarko tekuća masa.

Priznati nam je svakako u jednu ruku, da ima još mnogo pitanja, na koja se do sada ne može odgovoriti, a u drugu ruku, da preko velike vjerovatnosti, da je unutrašnjost zemaljska vruća, sigurno žarko tekuća masa, ne ima danas ni jedne teorije, koja bi odnošaje unutrašnjosti zemaljske bolje i jasnije tumačila. — Unutrašnja toplina zemlje nije stalna, već ona pada od postanka svoga. Toplina, koja dolazi iz unutrašnjosti na zemaljsko površje, samo je tolika, da bi za jednu godinu zemlju omotanu ledom od 6·8 mm. okopnila, dočim bi sva toplina, što no ju prima zemlja svake godine od sunca, pretvorila ledenu koru od 30·8 metara u vodu. Kad bi jednom zemlja posve ohladnjela, to bi poprečna temperatura na zemaljskom površju spala samo za $^1/_{30}$° C. S te strane ne bi prietila organičkomu životu na zemlji nikakva pogibao, ako ne bi zbog ohladnjele zemlje nestalo i našega zrakokruga.

Razpravljajuć o unutrašnjosti zemaljskoj morali bi pobliže promatrati, kako ona djeluje na zemaljsko površje, t. j. trebalo bi da protumačimo nauku o vulkanih i potresih. Budući pak da je prof. dr. Kišpatić u svom djelu: „Slike iz geologije“ za „Matičinu“ publiku u dva oveća poglavja vulkane i potrese obširno razložio, te liepo opisao divotne, ali ujedno užasne vulkanske pojave i strahote potresa, to ćemo samo na kratko spomenuti koju o vulkanih i potresih.

2.

Grčka mitologija, kao što mitologija sviju naroda, koji su poznavali vulkane, pripovieda, kako su vulkanske gore posve drugoga podrietla nego li sile, koje djeluju na zemaljskoj površini. Grci su držali, da su voda i oganj dva posve odieljena počela imajući svako svoje bogove i duhove. Neptun gospoduje nad morem; on zapovieda valovom i razputave vihrove. Njega prate tritoni, slušaju ga nimfe i sirene, pače i morske nakaze njemu se pokoravaju, a osamljene najade u visokih gorskih dolovih izlievaju iz urna njemu

na počast žuboreće izvore. — U ponorih nepoznatih zjala stoluje mrki Pluto; do njega Vulkan, okružen od ciklopa, kuje po nakovalu, s kojega se udarci na daleko razliegaju; iz viganja sukljaju mu plameni i ognjevite rieke, koje je užasno pogledati. Bog mora i bog vatre ne ima ništa zajedničkoga, osim što su oba djeca Kronosa, t. j. vremena, koje sve mienja, obara i pomladjuje.

Još su i danas nazori naroda donjekle srodni mislim starih Grka. Oni drže, da vulkanski pojavi niesu u nikakvu odnošaju s ostalimi dogodjaji zemaljskoga života. Dakako pojavi na zemlji dadu se lako motriti; glavni im je uzrok položaj zemlje prema suncu, zbog čega nastaju razne promjene, kao svjetlo i tmina, toplota i zima, suša i vlaga. Da se pak vulkani protumače, uzimlju se u pomoć posebni dogadjaji, koji da potječu odatle, što se zemlja postupno ohladnjuje, ili pak što se koleba žarkotekuća unutrašnjost zemaljska. Još nije medjutim posve jasno, kako postaje lava, vulkanski pepeo i žarka masa (m a g m a), te znanost imade u tom pogledu još pune ruke posla. Nu toliko se već i danas znade, da vulkanski kao i svi drugi pojavi na našoj zemlji suvise s obćenitimi uzroci, s kojih potječu stalne promjene kopna i mora, izplave gorja, tiek rieka, oceanske struje i ostali nebrojeni pojavi, koji se svaki dan dogadjaju na zemlji.

V u l k a n i ili ognjevite gore takove su gore, koje kadšto uz silan dim i paru izbacuju vruć pepeo, piesak, kamenje, vatru i žarkotekuću tvar, koja se l a v a zove. Vulkani su gotovo svi čunjasta oblika, te imadu na vrhu k r a t e r (rigalo) i z j a l o, koje vodi u zemaljsku unutrašnjost. Prije se je držalo, da vulkanske gore niesu ništa drugo već uzdignuta zemaljska kora, a danas se znade, da su nastale od nabacanoga kamenja. Vulkanska gora nastaje ovako. Vodene pare u zemaljskoj utrobi probiju svojom pruživošću otvor na zemaljskoj kori ili pak nadju kakvu pukotinu, te onda najvećom silom provale na zemaljsko površje. One izbacuju pepeo i kamenje, koje se sve više naslaže oko otvora, pa tako raste i postaje vulkanska gora. To je i razlog, da vulkanske gore niesu stalna oblika, već se gotovo poslije svake provale mienjaju.

Djelatan vulkan prikazuje nam veličanstvenu sliku, u jednu ruku veoma liepu, a u drugu strahotnu. Divan je to pojav, a ujedno užasan. Sl. 8. prikazuje nam vulkan J o r u l l o u Mexiku. Pred provalom vulkana pojave se razni znakovi. Tako se opažaju sad slabiji sad opet jači potresi, u okolišu znadu kadkada presahnuti vrela, a na visokih vulkanih topi se naglo snieg i led. Najprije prodire iz kratera vodena

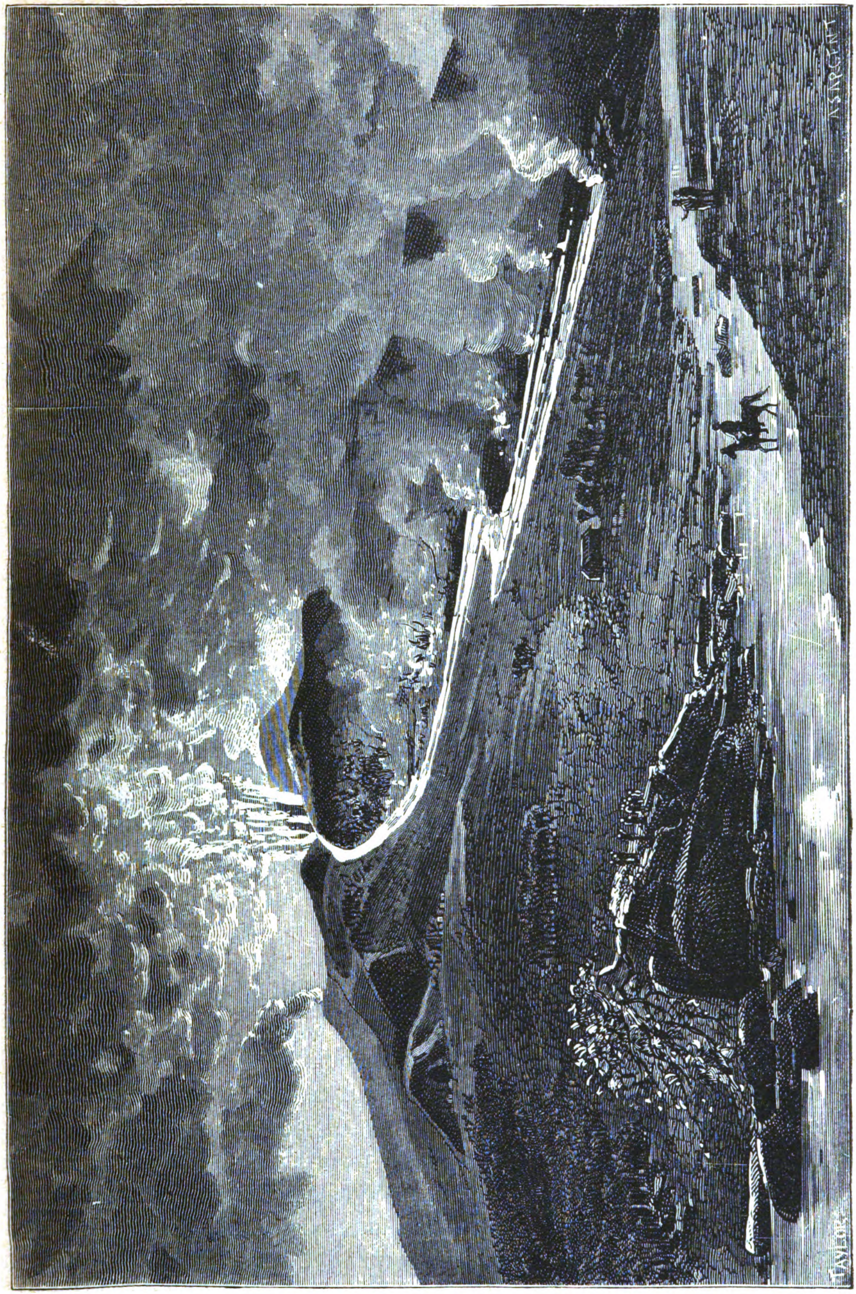
Sl. 8. Vulkan Jorullo u Meksiku.

para i množina pepela, koji se gdjekada vanredno daleko razprostre. Pri provali se u vulkanu širi užasna tutnjava, koja je strašnija od najjače pucnjave gromova i topova. Kamenje se iz vulkana kida i krši, te se u zraku razpada i puca. „Vodena para leteć u zrak izbacuje osim sitnoga pepela još i množinu krupnijega kamenja. Ona iznaša raztopljenu lavu, pa od nje pravi u zraku okrugle bombe. Vodena para trga još i prostrane pećine u krateru, pa izbacuje često i ogromne komade kamenja. Pri provali njekojih vulkana počine veliku štetu čitave rieke mulja, što se sa vulkana u dolinu svaljuje. Ima n. p. visokih vulkana, koji su pokriti sniegom i ledom. Kad takav vulkan stane bacati, ugriju mu se stiene, snieg i led se raztopi, a voda mu poteče sa pepelom u silnoj množini.“

Najznamenitiji vulkanski proizvod je bez sumje lava, koja se gdjekada vanrednom silom diže u vis, a često opet provali postrance vulkansku goru. Sl. 9. prikazuje nam provalu Etne i kako se lava spušta u dol. Lava je raztaljena masa, pa zato i teče niz brieg kao kakva rieka. Ona tura i riva sa sobom više puta ogromne komade kamenja kao kakav ledenjak. Što je strmiji obronak, to brže ona leti, a nad ponori se razprskuje kao i voda u sitne česti. Tek u dolu, kad se lava stane ohladjivati, onda počne i laganije teći. U tekućoj lavi imade još uviek vodenih para, koje se iz lave neprestano dižu. Na gdjekojih mjestih provaljuju vodene pare iz lave u tolikoj množini, da se na samoj tekućoj lavi stvore mali krateri, oko kojih vodena para nabaca kamenja.

Lava, koja prodire iz vulkana, neizmjerno je vruća, žarka (do 2000° C.); ona izgara drveće i raztali odmah zlato, srebro i staklo. Na površju se medjutim dosta brzo ohladi, ali u nutri se žar gdjekada sačuva još mnogo godina. „Kad lava iz vulkana izteče, onda je i provala gotova. Tutnjava i potresi prestanu, vulkan se posve umiri. Kroz pojedine pukotine prodiru jošte razne pare i plinovi, jedini još ostatci užasne sile. Vulkan stoji mirno, kao da je posve nedužan onoj grozoti, koja je tu još prije njekoliko dana pustošila. Prodju mjeseci, prodju godine i stoljeća, dok se opet ne trgne iza svoga sna, da se s nova u svom veličanstvu pokaže“.

Provale su vulkana periodične. Ima vulkana, koji su mirni, odkada ih ljudi pamte; takovi se vulkani zovu ugasli ili izumrli. Oni se poznadu po posebnom obliku i kamenju, od kojega sastoje. U ostalom i ugasli vulkan može nenadano oživjeti. Tako su n. pr. u vrieme Isusovo svi držali Vezuv ugasnulim vulkanom, kad al



Sl. 9. Provala Etne g. 1879.

iznenada mjeseca kolovoza g. 79. po Is. pohara on svu okolicu i zaspe gradove Herkulan i Pompeje a valjda i Stabije. Etna, malo ne 3400 met. visoki vulkan Sicilski, obično odpočiva 10—12 godina. Nasuprot susjedni 560 m. visoki Stromboli na Liparskih otocih neprestano jednakom silom radi. (Izporedi sl. 10). Vezuv se nejednako i veoma nepravilno odmara. Od g. 79. po Is. do početka 14. stoljeća slabo je mirovao. Iza toga odpočivao je podpunih 300 godina, dok nije god. 1731. strašnom silom provalio. U novije doba vrlo je djelatan.

Sl. 10. Stromboli.

U obće se može kao pravilo uzeti, da što dulje miruje koji vulkan, to mu je strašnija prva sliedeća provala.

O tom, kako su vulkani razšireni po zemlji, vriede sliedeća načela:

a) Vulkana ima malo ne po cielom zemaljskom površju, ali dakako njegdje više, drugdje opet manje. I dno morsko ima svoje vulkane. Najviše vulkana ima svakako u primorskih krajevih i na otocih ili blizu velikih vodenih kotlina. Redovito niesu vulkani udaljeni preko 222 km. od mora. Njeki vulkani unutrašnje Azije, koji su više udaljeni od obale, posve su neobičan pojav. Od 139 vulkanskih provala, koje su se sbile od polovice prošloga stoljeća, odpada ih 98 na otočja.

b) Vrlo je značajno, da su živi ili djelatni vulkani riedko osamljeni, već u rpah i to ili naslagani oko njekoga središta (osrednji vulkani) ili pak nanizani u dugom nizu jedan do drugoga (poredjani vulkani). Po Buchu i Humboldtu označuju nam kupovi vulkana, bili oni naslagani oko glavnoga vulkana ili se pak dizali u njekom redu jedan do drugoga, one dielove zemaljske kore, gdje je žarko tekuća masa laglje provalila na polje bud zbog nepoznatih, kamenih slojeva, budi pak zbog prvobitnih pukotina i razsjelina na zemaljskoj kori. Ovo se mnienje podudara sa Humboldtovom naukom o vulkanih. On je na ime nazvao vulkanizam reakcijom — odporom — unutrašnje žarko tekuće jezgre proti čvrstoj zemaljskoj kori. Pa doista, ma da su se dan danas u mnogom nazori o vulkanizmu promienili, vriedi ipak donjekle mnienje Humboldtovo.

c) Najznamenitiji primjeri poredjanih vulkana jesu: 20 vulkana na Kurilskom i 48 na Aleutskom otočju, zatim dvostruki red, koji čini 28 vulkana na Kamčatki; na dalje niz iztočno-azijskih vulkana od Kamčatke do Molučkoga otočja i napokon 13.000 km. dugi niz vulkana u Sjevernoj, Srednjoj i Južnoj Americi. Osrednji su pak vulkani na Islandiji, na Azorskih, Kanarskih i Kapverdskih otocih zatim na Sandwichskom i Galapagos otočju i napokon najveći dio raztresenih otočnih vulkana u Velikom oceanu.

d) Veliki nam se ocean pričinja kao kakvo veličanstveno pozorište vulkanske djelatnosti na zemlji. Ne gledeć na osrednje otočne vulkane, kojim gotovo polovica njegovih otoka mora da svoj život zahvali, okružen je taj ocean na iztoku, sjeveru i zapadu jednim jedinim strahotnim vulkanskim pojasom, koji ide od Ognjene zemlje cielom zapadnom Amerikom, zatim preko Aleuta, Kamčatke, Kurila iztočno-azijatskih otoka sve do Nove Selandije. Broj svih tih vulkana kao i onih, koji živu u unutrašnjosti Velikoga oceana, zaprema gotovo $^7/_8$ svih vulkana na zemlji.

U nijednom kraju zemlje nije unutrašnjost i površje zemaljsko u tako čestom doticaju, t. j. nigdje na zemlji niesu toliki vulkani na kupu kao na iztočno-indijskom otočju med Malakom i Novom Guinejom s jedne, a malimi Sundajskimi otoci i Filipinskim otočjem s druge strane. Na razmjerno malenu prostoru ima tu 120 vulkana. Tako ima Java (18.000□ km.) po Junghuhnu 45 a po novijih iztraživanjih dapače 100 vulkanskih čunja, od kojih je 28 djelatnih vulkana.

Na kopnih staroga svieta ima razmjerno malo djelatnih vulkana. Evropa ima vulkana samo na sjeveru (otoci Islandija i Jan Mayen) i na jugu i to Etna, Vezuv, Stromboli, podmorski

vulkan Ferdinandea (Sl. 11.) i Santorin. Afrika ima na kopnu malo vulkana, nasuprot su otoci Afrički svi vulkanski. I Azijsko kopno ima razmjerno malo vulkana (Ararat, Elburs-Demavend, zatim u Kitaju i na Kamčatki), dočim su Azijski otoci puni vulkana. U novom svietu nasuprot pripada najveći broj vulkana kopnu. Svih vulkana ima na zemlji po Humboldtu 407, od toga djelatnih 225, a po Fuchsu 672, med timi 270 živih. Ratzel spominjuć, kako je težko prebrojiti sve vulkane — ta sama Etna ima u svom okolišu do 700 malih tako zvanih vulkana nametnika, — uzimlje da ima samostalnih živih većih vulkana na kontinentih 119 a na otocih 204.

Vulkani su vrlo različite veličine. Tako zapremaju njeki vulkani površje od njekoliko stotina četvornih □metara (n. pr. Monte Nuovo kod Napulja), drugi opet 150—250□ km. I po visini su vulkani vrlo raznoliki. Absolutno su najviši vulkani na južno-amerićkih i mexičkih vispoljanah, jer se dižu od 5000—7000 met. Pošto se medjutim spomenuti vulkani dižu na 2000—3000 met. visokoj podlozi, koja nije vulkanska, to su u istinu kano vulkani visoki jedva do 4000 met. S toga uzimlju zemljopisci, da je najviši vulkan Ključavskaja sopka na Kamčatki, koja se diže nad morem 4800 met. Nadalje idu med najviše vulkane njeki otočni vulkani, kao n. pr. Pic Tenerifa, koji se ne diže samo 3700 m. nad morem, već sa svojim podnožjem siže više hiljada metara u morske dubljine.

Vulkanom su srodni izvori podzemskih plinova. Ovamo idu fumarole, gdje izlazi iz zemlje obično vodena para. Najznatnije su fumarole u gornjoj Italiji i na Novoj Selandiji. Nadalje spadaju ovamo solfatare, gdje izlaze iz zemlje sumporne pare, kao n. pr. u Islandiji i Novoj Selandiji. Napokon su mofete, gdje se diže iz zemlje ugljična kiselina tik nad zemaljskim površjem. Svaka životinja, koja dodje do takove mofete, brzo ugine. Najpoznatija je mofeta „pasja špilja kod Napulja“.

3.

Spomenimo sad koju o potresih.

Potresom zovemo nenadano gibanje većega ili manjega diela zemaljskoga površja, koje ima svoje sielo u zemaljskoj kori ili izpod nje. Zemlja se doduše može potresti od jakih eksplozija na zemlji, ali takovu trešnju zemaljskoga površja ne zovemo potresom. Potresi spadaju med najstrahovitije pojave u prirodi, jer se pojavljaju iznenada bez ikakovih predteča, ter za kratko vrieme uništuju čitave gradove i na hiljade ljudi. Kod potresa je najstrahovitije, kaže Hum-

Sl. 11. Podmorski vulkan na otoku Ferdinandei (od srpnja do prosinca 1831).

boldt, što je u nas uzdrmana ona prirodjena nam vjera, da je zemaljska kora mirna i nepomična. „Od djetinstva vikli smo smatrati, da se samo voda giblje, a da zemlja miruje. Sve nas je u toj našoj vjeri utvrdjivalo. Ali kad se iznenada stane zemlja tresti, udje nješto u mrtvu ovu koru, pa ju oživi. Naša nas vjera na jednom iznevjeri. Čovjek tako rekuć ne vjeruje zemlji, po kojoj hoda. Neobično ovo stanje ulije u životinjstvo njeki nemir i strah. Psi i svinje se ponajprije uznemire. Krokodili u Orinoku, inače nieme životinje kao i naši gušteri, ostave riečno korito, pa bježe urličući u šumu“.

Sila i pravac potresa vrlo su različiti. Obično razlikuju tri vrsti potresa i to: okomiti potres, gdje se zemlja odozdol gore giblje; valoviti, gdje se zemlja diže i pada kao val, te se paralelno — uzporedno — sa zemaljskim površjem veoma brzo i na daleko širi; i potres u okrugu, gdje se zemlja u okrugu pomiče. Gdjekada je potres tako jak, da za čas pretvara čitave gradove u prah i pepeo, ili pak raztvara mnogo kilometara daleko poput ponora pukotine na zemaljskoj kori, ili pak potisne more daleko od obale; nu najveći je broj potresa tako slab, da se jedva znanstvenimi strojevi opaža.

Sila i jakost potresa može se mjeriti jedino po raznolikih učincih, jer ne ima nikakvoga zajedničkoga mjerila za potrese. Znade se, da su okomiti udarci najjači, ili što je isto, da su najstrašniji po svojih učincih. Pri strašnom Kalabrijskom potresu g. 1783. opazilo se je, kako su gorski vrhunci tako rekuć gore i dolje skakali, dočim su se kuće u vis bačene razteple sa svojimi temelji na tisuće komada.

Valoviti su potresi češći i redovito slabiji već stoga, što ne djeluju jednako na sve strane. Tako može biti predmet, koji se nalazi smjerom valovita potresa, podignut i spušten, a da jako ne nastrada; ali dakako najviše nastradaju u tom slučaju takovi predmeti, kojim pojedine česti ne mogu lako sliediti smjer valovita potresa. Mnogo puta već spominjani dogodjaj za potresa u Majorki g. 1851. najbolje razjašnjuje, kako djeluje valovito gibanje zemlje. Tamo su u njekoj stražarnici bile naslonjene puške na sva četiri zida. Na onoj stieni, koja je ležala u pravcu, kojim je išao potres, ostale su puške naslonjene, dočim su na nasuprotnoj stieni po redu opale na pod, a s ostale dvie stiene popadale su na pod u velikom neredu jedna preko druge. — Valoviti su potresi samo onda pogibeljni, kad se velikom silom ponavljaju, ili kad se više valovitih gibanja u raznom pravcu sastane, te se zemlja malo ne kao u okrugu giblje, inače su manje opasni nego drugi potresi. Po Kišpatiću je najveći dio potresa, koji su u Hrvatskoj zabilježeni, bio valovita gibanja.

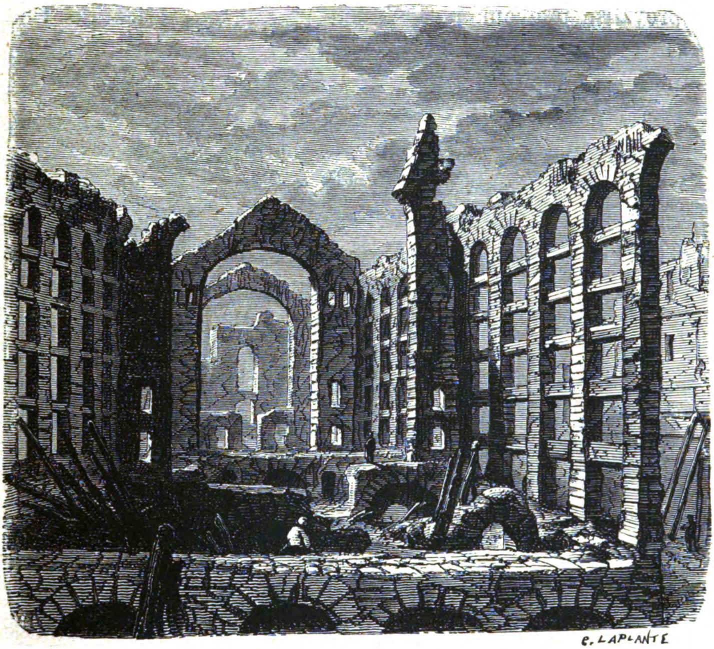
Sl. 12. Lizabonski potres 1. studenoga 1755.

U ostalom strahoviti učinci i posljedice potresa ne ovise samo o smjeru potresa, već takodjer o mnogih drugih okolnostih. Tako n. pr. na nepreglednih nenapučenih ravnicah ne će biti tako strašne posljedice potresa. Uvale i pukotine, koje svjedoče u takovih priedjelih o potresih, niesu nikomu pogibeljne. Drugčije je to u napučenih krajevih. Tako je n. pr. na zapadnoj obali južne Amerike god. 1868. mjeseca ožujka zaglavilo preko 120.000 ljudi, jer su ih ruševine gradova i sela zasule i preko obala prodiruće more potopilo. Kod potresa g. 1830. mjeseca ožujka u Kavkazu odvalio se je vrhunac visoke gore, i sunovratio u dubljine, te je raztrgano kamenje i pećinje zasulo plodnu dolinu Kisliar sa svimi naseobinami. U Kalabriji, gdje su česti potresi, možda je u historijsko doba jedan od najstrašnijih potresa onaj od g. 1783. Najveći je broj ljudi tom zgodom zaglavio od morske provale, koja je sve oko Reggija poplavila. Silom potresa nastala su pače gdjekada nova jezera kao n. pr. u Kalabriji spomenute godine jezero u dolini Sitizzano, ili pak g. 1868. u Mexiku. Vrlo često provali za potresa pokotinami mnogo vodene mase, pune kala i mulja. God. 1868. je takova provala čitavih rieka mulja i blata posve zasula jedno selo na Havajskom otočju. Napokon se za potresa vrlo često čuje podzemska tutnjava, koja bez sumnje dolazi iz unutrašnjosti zemaljske. Jedino za slabih potresa ne opaža se obično tutnjava.

Za razumievanje i tumačenje potresa vrlo je znamenito trajanje i ponavljanje potresa. Pojedini udarci traju tek koju sekundu. Trese li se zemlja dulje, to sastoji potres redovito od višekratnih slabijih udaraca. S toga su okomiti udarci, budući jednostavniji i neposredniji, obično i kraći nego li valoviti. Najkraći je žestok potres. Po A. Humboldtu potresla su grad Caracas dne 26. ožujka 1812. tri udarca, od kojih je svaki jedva tri do četiri sekunde trajao; za to je vrieme čitav grad podpuno razoren bio, te je u vremenu od pol minute zaglavilo do 20.000 ljudi. Tri glavna udarca strašnoga Lizabonskoga potresa 1. studenoga 1755. osjetila su se u vremenu od 10 minuta. Prvi je udarac trajao njekoliko sekunda, te je razorio med ostalimi sgradami crkvu, a u isto doba je kraljevske palače nestalo sa površja zemaljskoga. Sl. 12. i 13. prikazuju nam strahote Lizabonskoga potresa. — Potresom nastaju gdjekada u unutrašnjosti zemaljskoj razne promjene, koje opet nove potrese prouzroče. Ako se ovako potresi tečajem mjeseci i godine ponavljaju, onda se govori o p o t r e s n o j p e r i o d i (razdobju). Da ne navodim mnoge druge primjere, spomenut ću samo,

što je većini čitatelja poznato, kako se je u Zagrebu iza velikoga potresa g. 1880. još njekoliko mjeseci mnogo manjih udaraca opažalo.

Početak je potresom ponajviše na jednoj jedinoj tački, odakle se zatim obično trešnja razširi na daleko. Tako je g. 1827. za silnoga potresa u Bogoti vrlo stradao 1500 km. udaljeni Popayan. Strahoviti Lizabonski potres g. 1755. osjetio se je u Španjolskoj, Talijanskoj, Francezkoj, Njemačkoj, Englezkoj, Svedskoj, na obalah Afrike, pače i u velikom dielu sjeverne Amerike. Potres g. 1836., kojemu je sre-



Sl. 13. Ruševine Lizabonske opere.

dište bilo u doljnoj Italiji, osjetio se je u Maloj Aziji, a potres Bellunski g. 1873. osjetili su stanovnici u Münchenu, Augsburgu i Bernu. Imenito se u vulkanskih krajevih potresi vanredno brzo šire. Strahoviti potres g. 1868. uzdrmao je žestoko zapadna primorja južne Amerike od 8°—24° j. šir. dakle u duljini od 1800 km., a potres Chilski g. 1822. osjetio se je u duljini od 8000 km. Kadkada znadu i gorja nejednaka sastava, puna pukotina, a i rieke, zapriečiti širenje potresa. Medjutim žestokim potresom slaba su zapreka i ogromna gorja, kao što su Alpe i Apenini.

Kod potresa u primorskih krajevih opažalo se je, kako se i more silno uzruja i uzburka. Ono se ponajprije naglo od obale povuče natrag, te čitavi komadi morskoga dna ostanu suhi. Na to se stane voda u silnih valovih vraćati, pak velikom silom prodre daleko na kopno. To se gdjekada više puta ponavlja. Siloviti valovi poharaju takovom zgodom strašno primorske krajeve. Gibanje mora, koje nastaje od potresa, širi se na daleko, dok ne naidje na kakav odpor n. pr. na obalu. Tako se je Lizabonski potres osjetio u Antillskom moru, a zapadno Američki od g. 1868. na obalah Nove Selandije. Valovi provališe u ovom posljednjem slučaju od Arice do Chatam otočja za 15 sati, dakle do 200 km. u jednoj uri. Na kopnu su najbrži potresi provalili za jedan sat 2700 km., a najsporiji 900 km. Lizabonski je potres prevalio u jednoj uri 2000 km.

Premda po novijih opažanjih idu potresi med svakdašnje prirodne pojave, jer se poprieko svakih 15 ura osjeti potres na zemaljskom površju, to su ipak u njekih krajevih vrlo česti, dočim ih u drugih opet zemljah niti ne ima. U Evropi najviše trpe od potresa tri južna poluotoka (najviše Italija), zatim Alpe, Pireneji, Hrvatska, Ugarska, Njemačko sredogorje, poimence poranjske zemlje i napokon goroviti krajevi u Francezkoj, Englezkoj i Irskoj. U Aziji stradaju od potresa osobito Kavkažki priedjeli, sjeverni rub središnje Azije, Mala Azija, Perzija, Sirija, zapadna Arabija, zemlje oko Inda i Gange, Zadnja Indija, Malajsko otočje i Japan. U Africi su kao i u Australiji riedki potresi. U Velikom oceanu su česti potresi na Novoj Selandiji i na Sandwichskom otočju, a u Americi osobito na zapadnih gorskih ostrminah, premda su dosta česti potresi takodjer na Stjenjaku, Alleghanskom gorju i u Venezueli. Limu je med god. 1586. i 1868. potres 11 puta razorio, a dolinu San Salvadora nazvali su zbog čestih potresa „visećom posteljom“.

Ovaj kratki zemljopisni priegled potresa kaže nam, da su potresi vrlo česti i jaki u priedjelih, gdje su se mladje naslage mienjale, kao i u njihovom okolišu, nadalje oko gorskih pukotina i na velikih ravnicah, koje su se slegnule. To su dakako obično i vulkanski priedjeli, nu po mnienju Supanovom i u takovih priedjelih, gdje ima još živih vulkana, niesu upravo svi potresi vulkanski. To da svjedoče osobito linearni (uzdužni) potresi u Andah, gdje bi barem čovjek očekivao vulkanske potrese.

Potresa nasuprot ne ima ili su vrlo riedki u prastarom gorju kao na Skandinaviji, Braziliji, južnoafričkoj vispoljani i u Australskih Alpah; zatim na mladih morskih tvorinah, kao n. pr. u Atlantskih

krajevih sjeverne Amerike ili na Sibirskoj nizini; zatim na prostranih slojevih, koji se niesu mienjali, kao n. pr. u Evropskoj Ruskoj. Zato kaže punim pravom Peschel, da vlada od sjeverno-njemačke nizine preko Evropske Ruske i Sibirije do Bajkalskoga jezera podpuni mir na zemaljskoj kori. Za proučavanje potresa veoma je važan pravac, kojim se potres širi, jer se po njem može pronaći izhodište potresu, a to nam može razjasniti i postanak potresa. Nu žalibože nesigurne su obično viesti o pravcu potresa. „Svatko, tko je doživio koji potres, zna dobro iz izkustva, da se obično ne mogu ljudi složiti o pravcu potresa. Tu dakako bez znanstvenoga stroja ne ima absolutne sigurnosti. S toga izumiše stroj — seismometer — koji označuje pravac potresa“. Taj stroj izgleda ovako: Posuda napunjena živom imade na okolo osam otvora, a pod otvori se nalaze manje posude. Potres nagne posudu, a živa izteče jednim otvorom u posudicu, a tim se odmah znade, kojim se je pravcem potres širio.

Budući da su potresi tako strašni pojavi prirodni, bavili su se judi od vajkada pitanjem, odakle potresi. Svaki je viek postavio nove hipoteze i izumio nova nagadjanja o uzroku i postanku potresa; dà strukovnjaci niesu bili nikada u neprilici, kako da protumače potrese. Pak pitajmo se, da li smo danas na čistu o uzrocih potresa? Na to se pitanje ne da jestno odgovoriti. Slavni Humboldt u svom „Kosmosu“ razpravljajući uzroke potresa govori o reakciji (odporu) unutrašnjosti zemaljske prema kori i površju zemlje. O toj toli često spominjanoj oznaci potresa vrlo zgodno kaže dr. Pilar, da je razmjerno najbolja, jer nam barem kaže, gdje je sielo potresa, ako nam i ne tumači, kako djeluju potresni uzroci. Može se reći, da danas samo toliko znamo o postanku potresa, da mora biti više uzroka, s kojih oni postaju.

Ne ima sumnje, da u zemaljskoj utrobi zbog raznih dogodjaja nenadano razni dielovi zemaljske kore mienjaju svoj položaj. To nam svjedoči prelomljeni, pomaknuti, razrušeni i zavinuti položaj kamenih slojeva. Pa kako da ne bude tako? Ta mi znademo, da vode tekućice iz dubljine donose na površje zemaljsko raztopljene tvari, koje se pod zemljom ničim ne nadomjeste; s toga ima unutar kore zemaljske izplavljenih šupljina, koje je voda izprala. Pomislimo li nadalje, kako rieke ogromne mase blata, mulja, zatim pieska i kršja na stare slojeve tečajem vjekova naslažu, to je posve naravno, da se takovo tlo s vremenom pomiče i propada. Mienjanjem tlaka na površju zemaljskom mienja se ravnovjesje pojedinih slojeva, te se nastoji iz-

jednačiti, a tim nastaju potresi. Sve potrese, koji nastaju s navedenih uzroka, zovu njeki ruševnimi ili centripetalnimi potresi.

Drugi traže uzrok potresom u postanku gora. Ove su, kao što danas geologija uči, postale tim, što su se pojedini dielovi zemaljske kore stegnuli i u nabore digli i nakupili. Površje se pak zemlje još i danas steže, ono se još uviek previja i zavija. Previjanjem kore zemaljske moraju slojevi gdjekada na dolnjem zavinutom dielu pucati, a tim se misli, da postaju mnogi potresi. „Na onom mjestu, gdje je u zemlji pukotina nastala, osjeti se okomit potres, koji se onda na okolo u okrugu širi. Ovo su dislokationi ili tektonski potresi“.

Glavni uzrok mnogim žestokim potresom bit će bez sumnje vulkani. Ili zar treba možda još dokaza, da mnogi potresi suvise sa vulkanskimi provalami? Niesu li potresi naravna posljedica provala vulkanskih? Doista, mnogi potresi suvise nuždno sa vulkanskimi provalami, te možemo punim pravom sve one potrese nazvati vulkanskimi, koji se sbivaju na vulkanskih zemljah ili se u vremenu podudaraju sa provalami vulkana.

U novije se vrieme mnogo u učenjačkih krugovih o tom pisalo, kako su potresi glede vremena podieljeni i da li utječu na potrese dnevna i godišnja doba ili položaj mjeseca prema zemlji. Polag raznih opažanja češći su potresi noću nego li danju, zatim su običniji na jesen i zimu nego li s proljeća i ljeti. Nadalje je Aleksij Perrey kušao dokazati, da je od polovice prošloga stoljeća po prilici od 10.000 opažanih potresa, najviše njih bilo za mladja i punoga mjeseca. Na temelju ovih podataka zasnovao je R. Falb hipotezu, da žarkotekuća unutrašnjost zemaljska ima plimu i osjeku kao što i more, i da tim postaje najveći dio potresa na zemlji. Falb uči, da vulkanske provale i potresi nastaju: 1) s toga, što se žarkotekuća unutrašnjost zemaljska postupno ohladjuje, i 2) što na nju djeluje mjesec i sunce kao na morsko površje.

Isti faktori, kaže Falb (sliedeć stope Perreyeve), koji radjaju u moru plimu i osjeku, djeluju takodjer na žarkotekuću, zemaljsku jezgru, tako da ova kao što i more sada raste i nabuja, sada opet opada. Kao što nastaje na moru jaka trbuljina za perihelija i u vrieme syzygija, imenito za pomrčanja sunca i mjeseca. isto tako biva u unutrašnjosti zemaljskoj. Plima zemaljske žarke jezgre uzrokuje potrese i prodiranje lave na zemaljsko površje.

Ova je Falbova teorija u novije vrieme s toga na sebe pozornost obratila, jer je njezin apostol oslanjajući se na nju prorekao više puta provale vulkana i potrese. Tako je on prorekao za 13. kolovoza

g. 1868. potres Perujski, koji se je u istinu dogodio. Nadalje je za listopad g. 1869. prorekao potrese, koji su se izpunili. Godine 1870. otišao je Falb u Chile, da osobno opaža provale vulkana i potrese u Andah, koje je bio prorekao. I za g. 1877. prorekao je čitav niz oluja i orkana za vrieme od 23—26. veljače, — pak je pogodio.

Da li vriedi Falbova teorija, pitat će mnogi čitatelj znatiželjno? Evo kratka odgovara. Ne ima sumnje, da mjesec i sunce kao na more barem donjekle djeluju i na žarkotekuću unutrašnjost zemaljsku. Ali i to je sigurno, da vulkanske provale i potresi ne postaju jedino privlačivošću sunca i mjeseca. Falb dakle svakako pretjeruje, kad u svojih spisih plimu i osjeku zemaljske žarkotekuće jezgre zove glavnim uzrokom potresa. Da je naime privlačivost sunca i mjeseca prvi i glavni uzrok potresa, to bi se iza mjesečne periode, dakle iza 19 godina, kad se ponavlja nasuprotni položaj sunca, mjeseca i zemlje, morali opetovati jednaki ili bar posve slični vulkanski i potresni pojavi. To pak nije opažano, te niti ne obstoji. Zaključimo s mnienjem našega geologa prof. Pilara. Spominjući on teoriju Falbovu kaže, da se doduše dogadja, da su potresi za povoljnoga položaja zviezda nješto žešći, ali da se i inače dogadjaju, dapače jaki se potresi dogadjaju, bili mjesec, sunce i zemlja ma u kakvom god položaju. Falb po mnienju prof. Pilara mora da je i sam dosele dovoljno izkusio, da ne smije svoje teorije više cieniti nego kao kakav račun vjerovatnosti.

*

VII.

Razdioba kopna i vode na zemlji.

Četiri „elementa (počela)“ starih. — Kopno, voda, zrak. — Razdioba kopna i mora kod starih naroda. — Strabon, otac znanstvenoga zemljopisa. — Veličina 5 kontinenta (kopna) i 5 mora. — Oblici pojedinih mora. — Zašto se Evropa broji kao poseban kontinent. — Glavne oznake kontinenta. — Stari i novi sviet. — Evropa, Afrika, Azija, Amerika, Australija. — Da li je kopno s morem pravilno po kakvih zakonih porazdieljeno na površju zemaljskom. — Sličnosti i raznolikosti kontinenta. — Vanjski i unutrašnji sklad (harmonija) kontinenta.

1.

Punim se pravom kaže: tko pošteno i iskreno teži za istinom, ne može nikada do krivih zaključaka doći. Tražeći istinu može čovjek zabluditi, ali takova zabluda nije nikada bez ikakve vriednosti, jer onaj, koji razborito i željno za istinom ide, ne može nikada stvari posve krivo shvaćati. Doista, može se njekom sigurnošću uztvrditi, da je u svakoj dobrohotnoj bludnji, koja potječe od želje za istinom, ma barem zrnce istine. Tako nalazimo i u zemljopisnoj znanosti opet ona četiri počela, iz kojih je imao sviet postati po mnienju starih i sredovječnih filosofa pače i novijih t. j. u obće svih mudraca iz one dobe, u kojoj još nije nijedno od današnjih 60—70 kemijskih (lučbenik) počela odkrito bilo. K o p n o, v o d a i z r a k — tako se mogu tri glavna poglavja obće geografije nazvati, a četvrti elemenat (počelo) v a t r u vidimo u spodobi sunca, koje grije, razsvjetljuje i ujedno oživljuje našu zemlju, a ima je takodjer u unutrinji zemaljskoj. Ta zaboravljena četiri elementa dolaze opet do časti, koju su njekoć uživali. Bilo je doista oštroumno, što su stari filozofi promatrajući zemlju i pojave na zemlji, uzimali te četiri tvari kano temelj i podlogu svemu, što je u zemlji, što se miče i živi na njoj i nad njom. Dakako da su predaleko išli držeći, da se ta četiri elementa dadu dokazati u svakom biću. Pošto su odkrivena kemijska počela, ne ima više tim elementom mjesta u kemiji (lučbi), ali kod obćenitoga promatranja ovoga svieta ostat će oni uviek glavne i temeljne tvari, u kratko č e t i r i e l e m e n t a ili p o č e l a.

Uzmemo li sa geolozi i astronomi, što danas njih većina drži, premda se ne da posve bjelodano dokazati, da je naime zemlja njekoć bila usijana i žarka kruglja, iz koje se je laganim ohladnjivanjem izlučilo, što je čvrsto i tekuće, to ćemo naći upravo isti poredak tvari, kao što su na zemlji po težini jedna nad drugom: kopno, voda i zrak. I doista zemlju možemo promatrati kano da sastoji iz triju slojeva tvari raznoliko sastavljenih i to čvrstoga, tekućega i uzdušnoga sloja. Ti su slojevi poredani prema teži: ponajprije ono, što je najteže, kopno, zatim laglje, tekuće, voda, a nad obojim najlaglje, zrak. Dakako da niesu spomenute tvari geometrijskom pravilnošću jedna na drugoj naslagane, već zahvaća često jedna preko druge. Tako lebdi voda često u zraku u spodobi oblaka, magle, ili pak prodire u podzemskih vrelištih duboko u koru zemaljsku, a isto tako kola zrak i u unutrašnjosti zemaljskoj i dolazi pomiešan s vodom na tisuću i tisuću mjesta s njom u doticaj. Ali obćeniti odnošaj tih triju tvari kano da se podudara s njihovom težinom, ter se s toga može reći: zemlja sastoji od čvrste jezgre, većim dielom pokrite vodom a odasvud okružene zrakom.

Promatramo li harmoniju (sklad), kojom odiše okrugli oblik naše zemlje i pravilno njezino kretanje po svemiru, čini nam se nepojmljivim, da bi razdioba kopna i mora na zemaljskoj površini bila slučajna. Svakako je istinito, da niti obale niti gorske kose niesu geometrijski pravilni oblici. Pak upravo taj raznoliki a ipak tako često skladni razpored horizontalnih (razitih) i vertikalnih (osovnih) oblika ujedno je vidljivi dokaz zakona, polag kojih se je tečajem vjekova zemlja preobrazivala. Naravno dok je bio ljudem najveći dio zemaljske površine pak i isti oblik zemlje nepoznat, niesu oni mogli vidjeti u metežu raznolikih zemljopisnih crta ništa drugo van pravi darmar ili chaos. Kako da upoznaju zakone, po kojih su razdieljena kopna, kad niesu još tačno poznavali razvitak samoga kopna? To je razlog, da su u svojoj mašti stvorili kojekakve čudnovate nauke o postanku svieta.

Osvjedočeni o životu zemlje, koja ih tako brižljivo hrani svojimi plodovi, smatrali su bez iznimke svi narodi u svojoj djetinjoj dobi prirodu njekim neizmjerno liepim organizmom. Jedni su ju držali životinjom a drugi biljkom, ali svi ju smatrahu božanstvom. Nazori, koje si stari u tom pogledu stvoriše, u obće su najdragocjeniji ostatci, koje imamo od njih putem ustmene i pismene predaje, jer nije u njih samo najuzvišeniji izraz njihovoga pjesničkoga dara, nego ujedno sadržavaju sve ono, što su mislili o postanku zemlje i svoga roda. Njihova su maštovanja u ostalom to jednostavnija i treznija, što je

priprostija priroda, u kojoj se kreću i koja se u njih odrazuje. Sjeverni narodi, koji su se od zime u podzemske stanove zaklanjali, i kojim je domovina veliki dio godine pokrita ledom i sniegom, niesu mogli u svojih mislih o skladnosti svieta razviti toliko mašte, kao južni narodi, koji su stanujući na podnožju najviših zemaljskih gora neprestano motrili veličanstvene prirodne pojave, orkane, poplave velikih rieka i vanrednu bujnost tropskih prašuma. Indijanac vidi s toga svuda u naravi gibanje, djelatnost, neprestano stvaranje, pak je po jednoj njihovih svetih knjiga stvorio neumorno radini Brahma zemlju, kad je ugledao svoju sliku u oceanu znoja, koji mu je probijao s čela.

Mnogobrojne su Indijske priče o postanku zemlje, i o razdiobi kopna. Najveći dio tih kozmogonija (priča o postanku svieta) jest znamenit svojom smjelošću i domišljatošću. Po njekoj staroj predaji, kojoj ima tragova i kod Američkih plemena, počiva zemlja na ledjih slonu-orijašu, znamenu mudrosti, dočim ogromna kornjača kao znamen surovih prirodnih sila prenosi orijaša slona preko bezkrajnoga mliečnoga mora. Kad su kašnje nastala druga vremena, ter se razvile razne sljedbe, promieniše Indijanci svoje nazore o zemlji. Brahmincem je zemlja na vodi plivajuća lotus-biljka. Oba Indijska poluotoka i ostale Azijske zemlje jesu razcvala se ruža, po oceanu razasuti otoci su na pol otvoreni pupoljci, a udaljenije zemlje razšireno lišće. Gatska i Nilagirska gorja jesu prašnici, dočim se u sredini visoka Himalaja podiže kao pestić, iz kojega proizlazi sjemenje toga svieta. Čovjek poput neznatnih kukaca, koji u ruži naziru bezkonačnost, gradi si stan u ružinih mednicih, ter kadkada razkrili krila svojih ladja, da prebrodi preko mora od ruže Indije k ruži Ormužkoj i Sokotorskoj. Stabljika pak prodirući duboko u dubljine oceanske ponire od bezdna do bezdna i spušta svoje korienje do srca Brahmina.

Nasuprot tomu čudnomu, ali svakako veličanstvenomu shvaćanju, polag kojega se zemlja giblje i živi, prilično je nezgrapna predaja Sirskih svećenika i Hebrejskih talmudista, koji su držali zemlju za nepomični balvan ili za ploču, koja počiva na ogromnih kamenih ili kovinskih stupovih, koji se opet sami gube u izvornom chaosu. Kašnje su poprimili plemenitiju grčku priču, po kojoj počiva zemlja na ledjih nebeskoga orijaša, — nazor, koji se je podudarao s plastičkim genijem grčkoga naroda, koji je svuda tražio i vidio ljude i čovječja bića ukrašena božanskimi silami i ljepotom. Na posve sličnih nazorih se osniva bajka urodjenika na visočini Bogotskoj u južnoj Americi, polag koje je Bochica, dobri bog, orijaša Chibchacuma za počinjeno zločinstvo kaznio, da mora zemlju na svojih ledjih nositi, koja je

prije počivala na pilovih od plemenitoga Guaja drva; makne li se taj Atlas novoga svieta zbog neuztrpljivosti ili umornosti, eto potresa.

O razdiobi kopna i mora imali su, kao što je posve naravno, stari narodi posve krive pojmove, jer su poznavali razmjerno malo zemaljskoga površja. Već smo gore spomenuli i slikovno predočili Homerovu zemlju. Sred ploče diže se Olimp sa svoja tri vrha, gdje je stan blaženih. Na najvišem vrhu stoluje Zeus motreći kroz oblake pod svojimi nogami vrevu ljudsku. Modrom kotlinom Sredozemskoga mora na dva diela razstavljene zemlje šire se sve do ruba ploče kao uzvišeni kipovi na kakvom štitu. Neumrli mogu s Olympa na jedanput pregledati Grčke poluotoke, mnogobrojna biela otočja maloazijske obale, dolinu Epatsku, Sicilska gorja, na kojih prebivaju ciklopi i na kraju svieta stupove Heraklove. Iznad tih napučenih prostorija razapet je kristalni svod nebeski, počivajući na pilovih Atlasa i Kavkaza.

Odkrića putnika i proračunavanja Grčkih zvjezdara malo po malo promieniše prvobitne nazore o zemlji. Strabon, jedan od najvećih putnika staroga svieta, koji je proputovao zemlju od Jermenskih gora do obala Tirenskoga mora i od Crnoga mora do medja Etiopije, imao je već prilično izpravne nazore o razdiobi kopna staroga svieta. On se je pače usudio prekoračiti medje staroga svieta naslućujući, da ima med zapadnom Evropom i iztočnom Azijom napučeno kopno, koje da drži u ravnovjesju stari sviet. On je nadalje svojim smjelim umom slutio, što je kašnje potvrdila geoložka znanost, „da se mogu ne samo pojedine pećine i manji ili veći otoci nego i čitava kopna iz mora podići“. Strabon je, kao što je slavni Ritter s opravdanim udivljenjem uztvrdio, otac znanstvenoga zemljopisa. Današnji iztraživaoci nastavljaju po njem započeto, nu žalibože mnogo stoljeća prekinuto djelo.

Promatrajuć zemaljsko površje na planiglobu (zemaljskoj kruglji) — koji je i ovoj knjizi priložen — najprije ćemo opaziti, kako je nejednako porazdieljeno kopno i more. Akoprem ima kod obiju pola još dalekih nepoznatih priedjela, može se ipak njekom sigurnošću uztvrditi, da more pokriva malo ne tri četvrtine (73·4%) zemaljskoga površja. Po tom se odnosi površje kopna prema površju mora kao 1 : $2._7$. Ili ako uzmemo površje zemlje kao jedinicu, zaprema kopno 0·266 a more 0·734 diela toga površja. Prema sjevernomu polu se prodrlo do sada do 83° 20′ sjev. šir., tako da smo od njega udaljeni samo 6° 40′. Nasuprot je priečila prodiranje u južno polarne zemlje ledena ograda, koja ide po prilici oko 70° juž. šir., tako da smo tu još mnogo više, naime za 20° (dotično 11° 50′) od

pola udaljeni. U ostalom je vjerovatno, da ne izpunjuje taj prostor neprekinuto kopno, već koje more, koje pak otočja. Planiglob nam kaže, kako je razdieljeno kopno na zemaljskom površju med 75° sjev. šir. i 70° juž. šir. Ravnovjesje se opaža jedino prema 45° sjev. šir. tako da tuj kopno tačno polovicu uzporednika zaprema. Od cjelokupnoga površja zemaljskoga (510.000.000 □ km.) zaprema more po prilici 375,000·000 □ km. a kopno oko 135,000·000 □ km. Kopno zaprema malo ne $^2/_5$ površja na sjevernoj polutci, gdje mi stanujemo, a na južnoj polutci zaprema ono samo $^1/_8$ (tačno 0·13) površja. Ta je razdioba tako nejednaka, da se može zemaljsko površje po tom na dvie polutke razdieliti. Uzmemo li za središte jednoj polutci London a drugoj Antipodske otoke kod Nove Selandije, dobit ćemo na sjeveroiztoku polutku, koja zaprema najveći dio vode. Punim se dakle pravom govori o kopnenoj i vodenoj polutci. Ta razdioba vode i kopna nije samo zanimljiva, već je ujedno od zamašnih posljedica za razvitak i kulturu čovječanstva. Budući da se trajno može obitavati jedino na kopnu, jasno je u prvi mah, da je težište svjetske poviesti na sjevernoj polutci. Gdje je razmjerno najviše kopna, tu ima i najviše stanovnika. Napose Evropa ležeći u sredini kopna ima bez sumnje, kao što se iz njezine poviesti vidi, upravo svomu položaju procvat i prvenstvo zahvaliti. A zar je to samo slučaj, da London, najveći grad našega doba i sigurno najveći svjetski grad, koji je u obće, na koliko je poznato, ikada obstojao, leži gotovo u sredini kopnene polutke? Još se i mnoge druge imenito klimatske posljedice dadu nadovezati na nejednaku razdiobu kopna i vode, kao što ćemo na drugom mjestu razložiti. — Na pitanje, zašto je kopno i voda upravo tako razdieljena a ne drugčije, težko je odgovoriti. Dosta se čini vjerovatnom hipoteza, po kojoj je kopno nakupljeno na jednoj strani zemaljskoga površja, a voda na drugoj poradi toga, što su raznoliko težke mineralne vode, koje zemlju sastavljaju te se jedino takvom razdiobom kopna i vode sastaje težište i geometrijsko središte zemlje.

Kopno na zemaljskom površju dieli se obično na 5 kontinenta (kopna). Po dr. Behmu zaprema:

Azija	44,875·958	□ km.
Amerika	40,956·831	„
Afrika	29,930·540	„
Evropa	9,809·456	„
Australija i Polinezija	8,871·074	„
Ukupno	134,443·859	□ km.

K tomu još moramo dodati posve nepoznato kopno sjevernopolarnih

i južnopolarnih priedjela, s kojimi zajedno sve kopno na zemlji broji preko: 134,700·000□ km. Spomenimo odmah ovdje, kako su pojedini kontinenti raznolike veličine. Dočim se obje Amerike svojim protegom i svojim objamom mnogo ne razlikuju, razilaze se znatno ostala četiri kontinenta. Azija sama zaprema veći prostor nego obje Amerike. Evropa je nasuprot $4^1/_2$ manja nego li Azija, na koju se naslanja. Afrika pretječe Evropu prostorom tri puta, dočim Australija, ako ju prispodobimo sa 5—6 puta većom Azijom, zaslužuje za pravo samo ime otoka.

I voda se na zemaljskom površju dieli na pet velikih dielova t. j. pet velikih mora. Po Krümellu zaprema:

Tiho more ili južno t. j. veliki ocean	161,125·673	□ km.
Atlantski ocean	79,721·274	„
Indijski ocean	73,325·872	„
Južno-antarktičko-ledeno more	20,477·800	„
Sjeverno-arktičko-ledeno more	15,292·411	„
Pribrojimo li k tomu sva sredozemna mora .	16,818·975	„
zatim sva rubna ili okrajna mora . . .	7,295·907	„
to broje sva mora na zemlji ukupno	374,057·912	□ km.

Ljudi su već odavna stali sporazumno velika mora dieliti na manja i nazivati ih posebnimi imeni, i to ne zbog toga, što bi se možda kakovimi svojstvi ili po svojoj naravi razlikovala od ostalih velikih mora, već jedino što se je mnogo laglje iznaći mornarom i putnikom, kad se velika mora podiele na više dielova. Spomenut ćemo i to, da pet velikih mora, koja navedosmo, ne imaju nikakve prirodne medje, koja bi ih tačno razstavljala, pak kad bi čovjek htio prikazati zemljopisne odnošaje upravo tako kao što su u naravi, morala bi se napustiti imena Tihi, Atlantski i Indijski ocean, zatim sjeverno i južno ledeno more, ter samo govoriti o jednom, — jednom jedinom svjetskom moru. Ta ovih pet velikih mora prelazi jedno u drugo, gdje ih ne prieči kopno. Doista priroda pozna jedno jedino svjetsko more, ono more, koje prima u se neizmjernu masu vode, koja se sabire u velikih naravnih dubljinah na zemaljskom površju.

Sjeverno ledeno more i južno ledeno more težko je pristupno, s toga se ne može o njihovu obliku pobliže govoriti. Veliki ocean, Indijski ocean i Atlantski ocean tri su glavna mora, koja spajaju sve kontinente. Ta su tri mora naravne široke ceste, na kojih se sastaju narodi svih kontinenta. Veliki je ocean naličan na jaje, koje se prema jugu širi a prema sjeveru suzuje, gdje se napokon Beringovom cestom spaja sa sjevernim ledenim morem. Po njem se prostiru mnogobrojni otoci, koje je Ritter liepo nazvao „rimskom cestom

voda“ i to kosim smjerom od Filipinskih otoka do otoka Uzkrsnoga, razstavljajući ga na dvie u koječem različne kotline. — Indijski je ocean nalik na trokut, kojemu jedan kut ide na sjever, a druga dva na jug. Atlantski je ocean nalik na dolinu, kojoj teku stranice u sjevernom dielu uzporedno, u vrućem se pojasu donjekle sbližuju, a prema jugu se zatim razilaze. Sva se tri mora u tom slažu, da se na sjeveru suzuju, a prema jugu razširuju.

Razvitkom i čestmi svojimi znatno se razlikuju ta tri mora. Indijsko je more ocean morskih zaljeva, Tiho je ili Veliko more ocean okrajnih ili rubnih mora, a Atlantsko je more pretežno ocean sredozemskih mora, premda ima okrajnih mora i morskih zaljeva. Atlantski ocean prodire kao nijedan drugi duboko u srce staroga i novoga svieta. U obće izporedjenjem triju velikih oceana vidi se, da je Atlantski ocean najbolje razvijen i pošto na mnogo mjesta daleko prodire u kopno, nalikuje on na veliko unutrašnje zatvoreno more; Veliki je pak ocean pravo, ogromno svjetsko more, zapremajući veću površinu nego li svih 5 kontinenta zajedno.

Dočim sva mora sačinjavaju suvislu cjelinu, kopno je na zemlji svuda u tačno razstavljenih i osamljenih skupinah, nalik na otočja i to ili kao veći svjetski otoci, ili kao maleni neznatni otočići, koji se, podignuti od korala ili vulkanskih sila, na tisuće i tisuće prostiru po svih morih. Kopno je po tom laglje bilo podieliti u skupine nego li more, akoprem rado priznajemo, da se i razdioba kopna na 5 dielova više temelji u poviesti čovječanstva nego li u prirodi.

Dan danas ide med temelje zemljopisne znanosti nauka, da zemlja sastoji od 5 kontinenta ili kopna i to: Evrope, Azije, Afrike, Amerike i Australije. Nitko ni ne misli na to da, bi moglo biti više ili manje kontinenta. Njihov broj pet i običajne medje med njimi smatraju se posve sigurnimi i neoprovrzivimi. Pa ipak je možda u riedkoj grani zemljopisne znanosti razdioba tako svojevoljna i slučajna kao upravo kod kontinenta. Razdioba kao i imena kopna potječu iz staroga doba, kad je bio razmjerno maleni dio zemaljskoga površja poznat. Evropa, ako uzmemo pravo, po svom položaju samo veliki, daleko u Atlantski ocean protegnuti poluotok Azije, očito je samo s toga kano posebno kopno odieljena, jer su to već stari učinili, koji medjutim niesu poznavali niti ciele današnje Evrope niti Azije, već su imenom Evrope nazivali zapadni i sjeverni dio svoje malene zemlje. S toga i kaže Peschel, da je Evropa došla med kopna kao Pilat u „Vjerovanje“ i to u ono doba, kad su ljudi poznavali samo okoliš Sredozemskoga mora. Hellespont (Dardanelli) je raz-

stavljao Evropu od zemalja samo s kraja poznatih, koje su tek od Rimljana dobile ime Azije; a južni rub unutrašnjega ili Sredozemskoga mora sačinjavala je Libija, koju su takodjer tek Rimljani nazvali Afrikom. To je jezgra triju kontinenta staroga svieta, ka kojoj su se priklopile ostale zemlje onim redom, kako su se upoznavale. Napokon se u 16. stoljeću pridružiše staromu svietu obje Amerike kao novi sviet a kasnije Australija ili Nova Holandija kao najnoviji sviet. Razdioba zemlje na 5 kontinenta nije nimalo opravdana, te je težko naći tomu razloga osim privike. U ostalom pravo kaže Ratzel, da su to puka imena bez ikakvih znamenitih posljedica, jer je napokon sve jedno, da li se uzme Evropa kano posebni kontinent ili kao dio Azije. Evropa niti ne dobije niti ne izgubi ništa u nijednom slučaju. Nu nazore, koji su se uobičajili, osobito ako su starinskoga podrietla, treba počitavati, a upravo položaj Evrope med ostalimi kontinenti u pravom je smislu tako častan, jer se temelji na povjestnoj veličini njezinoga žiteljstva, i makar da je ne razstavljaju tačne prirodne granice od Azije, ipak joj je osigurana za sva vremena samosvojnost kao posebnomu kontinentu.

Napokon ćemo nadovezati ovdje, kako i geologija, koja je u našem vieku vanredno napredovala, takodjer govori za to, da se Evropa posebnim kontinentom smatra. Evropa je naime njekoć bila razstavljena od Azije velikim morskim zaljevom, koji se protezao od Sredozemnoga mora preko Crnoga, Kaspijskoga i Aralskoga mora sve do Obskoga zaljeva. Oko Aralskoga mora i na podnožju Altaja prostiru se neizmjerne stepi, na kojih se još uviek kao i na mnogih pustinjah opaža njekadašnje morsko obličje, koje su Evropski kontinent jače razstavljale od iztoka nego li kakav ocean. Kao što je ruski prirodoslovac Severcov ustanovio, prispodabljajući životinje Kaspijskoga mora, Aralskoga jezera, stepnih jezera, Obskoga zaljeva i Crnoga mora, razstavile su se ponajprije vode sjevernih stepa od ledenoga mora, na to se je odielilo Balkaško jezero; zatim se je od Kaspijskoga mora razstavilo Crno more i sdružilo sa Sredozemskim; napokon se je razkinulo Kaspijsko more od Aralskoga. Taj morski rukav, koji je njekoć oba kontinenta razstavljao, sada je gotovo sav izsušen. Svakako je zanimljivo, kako i geologija pripomaže, da se Evropi osigura čast i dostojanstvo posebnoga kopna.

2.

Promotrimo sada u krupnih crtah glavne oznake kontinenta. Svaki naime kontinent ima za sebe kao i stari i novi sviet njeke

osebujnosti. Glavna je razlika med starim i novim svietom, što se trup staroga svieta (Azija i Evropa ili po Hannu i Pokornom Eurazija) prostire na iztočnoj polutci duž uzporednika od iztoka na zapad preko polovice zemaljskoga objama (17000 km.) i to polutniku na sjeveru. Amerika (novi sviet) se nasuprot prostire na zapadnoj polutci smjerom podnevnika od sjevera preko polutnika na jug zapremajuć po prilici jednu trećinu zemaljskoga objama. Ova je opreka za poviest čovječanstva gotovo najznamenitija. Dočim se najbogatiji i najnapučeniji priedjeli staroga svieta protežu od Gibraltara do Japanskoga otočja od zapada prema iztoku polutniku uzporedno, stere se novi sviet od sjevera prema jugu smjerom podnevnika. Poprieko stojeć na putu, kojim moraju da prolaze vjetrovi, morske struje pače i narodi dolazeći od staroga svieta, prima i dalje razvija novi sviet životne klice, koje mu pritječu s one strane mora. Taj popriečni položaj Amerike s obzirom na stari sviet jest jedan od najznamenitijih pojava na licu naše zemlje, ter je veoma znamenit po budućnost čovječanstva.

K tomu je velika razlika med starim i novim svietom; na iztočnoj je naime polutci (stari sviet s Australijom) ništa manje već tri puta toliko kopna kao na zapadnoj (Amerika). Na dalje je iztočna polutka mnogo bogatija otoci i poluotoci, u obće mnogo bolje razvijena i raznoličnija oblika nego li zapadna. Zatim je očevidna opreka med starim i novim svietom u njihovih srednjih dielovih. Med Sjevernom i Južnom Amerikom prostire se gotovo okruglo, na okolo otoci i obalami kopna zaokruženo more; u sredini pak staroga svieta jesu ravnice Mezopotamske i visočine, kojim se sa sviju strana približuju mora. Perzijski zaljev, Crveno, Sredozemsko, Crno i Kaspijsko more opasuju središta staroga svieta u jednakoj gotovo udaljenosti.

Promatrajući napose pojedine kontinente opazit ćemo s mjesta, da je Evropa najbolje razvijeni kontinent. Drugi kontinenti zaostaju na daleko za Evropom u pogledu otoka, poluotoka, morskih cesta i morskih zaljeva. Evropu bi mogli nazvati poluotokom, jer ju sa triju strana okružuju mora. Stari su ju zemljopisci rado poredjivali sa djevojkom, kojoj je glava Pirenejski poluotok a ruke Italija i Britansko otočje. Na to ih je potaknuo jedino vanredni razvitak obala, jer doista ne bi nitko, ma bio i najbujnije mašte, mogao slično sa živućim bićem prispodobiti recimo Aziju ili Afriku. Kao što je u pogledu razitom, isto je tako i s obzirom na osovne odnošaje Evropa vanredno razvita. Tuj se izmjenjuju svakovrstni oblici kopna počevši od velegorja do prostranih nizina. Jednoličnim medjutim ni-

zinam, pustinjam, niti visokim ravnicam ne ima u Evropi mjesta. Gorja se prostiru na sve strane, a isto se tako raztječu i rieke Evropske na sve krajeve. Na dalje broji Evropa veoma mnogo, razmjerno doduše malenih jezera. Napokon pripada Evropa najvećim dielom umjerenomu pojasu, a samo malena čest pripada studenomu pojasu, budući da se prostire od 36⁰ do 71⁰ sjev. šir.

Kao što je Evropa sjeverno-zapadni nastavak Azije, tako se može Afrika smatrati njezinim južno-zapadnim nastavkom. Afrika je u svakom pogledu opreka Evrope, jer je siromašna otoci, poluotoci i morskimi dragami, a obale su joj gotovo svuda nerazvite i zaokružene. S Azijom spaja Afriku 111 km. široka Suežka prevlaka, koja je u ostalom istom u naše doba prokopana i g. 1869. prometu predana. Zemlja je većim dielom vispoljana, na kojoj se amo tamo osamljena gorja dižu, ali se ne spajaju nigdje u čitave gorske sustave kao u Aziji ili u Americi. Prema toj gromadnoj naravi tla razvile su se ovamo njeke ogromne rieke i velika jezera, a onamo kontinentalno i puno opreka podneblje. Budući da se Afrika prostire med 37⁰ sjev. šir. i 36⁰ juž. šir. ima na sjeveru i na jugu u pasatnom pojasu dalekih, nepreglednih priedjela, koji su prave pustinje.

Azija je najveće kopno. Med iztočnom i zapadnom medjom prostiru se 164 meridijana a medju sjevernim i južnim krajem 77 dotično 88 uzporednika. Azija je jezgra kontinenta, jer se čini, da ju svi ostali kontinenti okružuju i na nju se naslanjaju. Kako se Evropa i Afrika dotiču Azije, već smo spomenuli. Sjeverna je Amerika razstavljena od Azije 111 km. širokom Berinžkom cestom. S jednoga kontinenta vidi se obala drugoga. Od Azije vodi u Australiju poput mosta otočje Malajsko. Poviest nas uči, kako je znamenit taj središnji položaj Azije. Ona je s toga kolievka naroda, izvor naše naobraženosti i najznamenitijih svjetskih vjera. Prema toj prednosti položaja manje je znamenit razvitak obala Azijskih, premda u tom pogledu Azija odmah ide za Evropom.

Oko Azije leže najveći otoci i otočja, njoj pripadaju najveći poluotoci, a njeki su morski zaljevi u njezinom području toliki, da se naprosto zovu mora. Vertikalna je razgrana Azijskoga tla upravo veličanstvena. Jezgra ili trup kontinenta velika je gromadna visočina, najviša i najprostranija na zemlji; o nju se oslanjaju ili se pak nad njom dižu najviša gorja, koja na zemlji poznamo. Jedina je sjeverna Azija na daleko nepregledna nizina, i to najveća nizina na zemlji. U Aziji su ujedno najdublje potonine na zemlji. Napokon imadu njeki veći poluotoci svoje posebne gorske vispoljane.

Preogromna prostranost kontinenta jest uzrokom, da u unutrašnjosti ne ima dovoljno vlage, poradi čega se razviše mnoge pustinje i stepi. Najplodnije i u svakom pogledu najpristupnije zemlje Azije ne pripadaju trupu, već obodnim, trupu bi reć prikopčanim dielovom. Najveće rieke Azijske teku sa sjevernoga gorskoga ruba sjevernom nizinom u Ledeno more. Taj sjeverni rub krije u sebi ogromna jezera. Pošto se prostire Azija od polutnika daleko u polarni pojas, to ima vrlo raznoliku klimu. U unutrašnjosti vlada suša, dočim su na južnom gorskom rubu zemlje, koje natapa malo ne najobilnija oborina na zemlji. Isto tako su u sjeverno-iztočnoj Aziji najstudeniji krajevi svieta, dočim ima vanredno vrućih na jugo-zapadu i na jugo-iztoku.

Amerika je otok za sebe, svjetski otok. Kao što smo već spomenuli, najbliža joj je Azija. Amerika je med kontinenti najduža prostirući se od 72° sjev. šir. do 54° juž. šir., ali je s toga uzka, jer joj najšire kopno seprema 110 meridijana. Najveća je osebujnost Američkoga oblika, što je u sredini posve stisnuta. S toga se razpada na dvie polovice: veću, sjevernu, t. j. Sjevernu Ameriku i manju, južnu, naime Južnu Ameriku. Sjeverna je Amerika bolje razvijena nego Južna, koja je u obće med svimi najmanje razvijen kontinent. Južna Amerika ne ima nikakovih poluotoka i samo njekoje neznatne otoke; Sjeverna je pak Amerika na sjeveru i iztoku liepo razvijena, a slabije na zapadnoj strani. Obje polovice imaju zajedničko gorje Kordiljere, koje se poput kosogorja prostiru od južne do sjeverne tačke kontinenta. Kordiljere su najdulje, a po visini drugo gorje na zemlji; na njih se naslanjaju neposredno na iztočnoj, pristupnijoj strani visoke ravnice i nizine, kojimi protječu velerieke i med ovimi Amazonka, najveća rieka na zemlji. Sjeverna je Amerika bogata velikimi jezeri, a južna siromašna. Amerika zaprema gotovo sva podneblja obiju polutka, jer se stere s obiju strana ekvatora daleko na sjever i na jug. Premda je more svim tačkam razmjerno dosta blizu, ipak ima u sredini obiju polovica, gdje ne pada dosta kiše, stepa, koje pače gdjegdje prelaze u pustinje.

Australija, najmanji kontinent, ima malo zemljopisnih osebujnosti. Obale su joj slabo razvijene, a i osovno je ustrojstvo tla posve jednolično, jer ne ima niti viših vispoljana, a kamo li velegorja. Suho podneblje zbog pasatnih priedjela uzrokom je, da Australija posve oskudieva vodom. Ima doduše čitav niz močvara solnih jezera, ali ne ima nijedne velike rieke. Polinešk o medjutim otočje, zatim pojedini veliki otoci kao Tasmanija i Nova Selandija, što sve spada k Australiji, bolje su razvijeni, te ima u

njih više raznolikosti. U obće se ipak mora reći, da je sve, što je veličanstveno, ogromno i bogato, narav uzkratila Australiji.

Makar da je običajna razdioba kopna na 5 kontinenta umjetna, to nam se ipak donjekle i s pravom namiće pitanje, da li je kopno naše zemlje polag stanovitih zakona i pravila porazdieljeno med vodom? Ta što može biti opravdanije, nego da čovjek traži u razdiobi tolike mase na tako savršenom tielu, kao što je zemlja, bar nješto pravilnosti! Diže li se kopno slučajno iz neizmjerne vode ili ima u tom njeke pravilnosti? Ma jedan pogled na zemljovid ili globus dovoljan je, da uztvrdimo, da ne ima u tom razporedu kopna i vode na zemaljskom površju nikakve pravilnosti, jer ne ima doista med anorganičkimi oblici ništa tako razkidana, raztrgana i prekinuta, kao što su kontinenti. Pa ipak motrimo li ih pobliže, opazit ćemo, kako se sred tih nepravilnosti jasno iztiču njeke sličnosti i suglasja. Dakako da ne smijemo pri tom tako daleko ići, da bi se kao n. pr. Pitagorovci jedino onda zadovoljili sa našom zemljom, kad bi opažali na njoj svuda samo najsavršenije oblike: okruge, trokute, četverokute, piramide, kruglje i kocke. Jednu smo pravilnost već prije spomenuli, da je naime više kopna na sjeveru nego li na jugu, zatim više na iztočnoj polutki nego li na zapadnoj. K tomu dodajmo odmah, kako su tri svjetska otoka ili kopna na sjeveru isto tako očevidno razširena, kao što se prema jugu suzuju. U tom se pogledu tako očito Afrika s južnom Amerikom podudara, da je na to već upozorivao Bacon Verulamski, veliki filosof na početku 17. stoljeća. Oba se kontinenta na jugu tako suzuju, da završuju kao prilično šiljati trokuti. Ako medjutim u misli priklopimo Australskom kopnu Tasmaniju ili Diemenovu zemlju, uvjerit ćemo se, da je i Australija poput Amerike i Afrike na jugu dosta šiljata. Slično završuje Prednja Indija, Zadnja Indija kao i Arabija. Isto tako završuju u Evropi tri na jugu uzka i donjekle šiljata poluotoka: Pirenejski, Apeninski i Balkanski, dočim sjever Evropski na široko prelazi u sjeverno ledeno more.

Motrimo li poluotoke pojedinih kontinenta, to ćemo opaziti da su se mnogi poluotoci posve pravilno razvili, pače njeke će nas sličnosti posve iznenaditi. Grönlandija, Florida i Kalifornija u Americi, Skandinavija, Kamčatka i Korea u Evropi dotično u Aziji protežu se prema jugu, te si u tom naliče. Nadalje nas Arabija sa jednostavnom ljepotom svojih obala sjeća na ponosni oblik Španjolske. Prednja Indija svojim umiljatim, talasom naličnim oblikom i okrugljatimi zaljevi naliči na Italiju. Zadnja je Indija sa svojimi mnogo-

brojnimi zatoni i vanrednim razvitkom obala slika i prilika liepe Grčke, čiji su oblik posve dobro već stari prispodobili sa dudovim listom. Kod spomenutih poluotoka raste razvitak obala od zapada prema iztoku, a to se opaža i kod otoka, koji se nalaze uz te poluotoke. Kod Španjolske i Arabije su neznatni otoci, kod Italije i Prednje Indije je na južnom kraju po jedan veći otok, a na zapadnoj i južnozapadnoj strani su manja otočja, Grčku napokon i zadnju Indiju okružuje čitav vienac otoka. Sve ostale pravilnosti i sličnosti, koje su mnogi opažali u oblicih i položaju kopna, niesu dovoljno očevidne. Istina je doduše, da su donjekle nalična otočja, koja spajaju Aziju s Australijom, na kopneni most, koji spaja Sjevernu s Južnom Amerikom. Nadalje je vriedno spomena, da ima dubokih zaljeva više na zapadnoj strani kontinenta, a otoka i otočja na južnoj i južnoiztočnoj strani. Ali to su sve pravila, od kojih ima amo tamo dosta iznimaka. Svakako su vrlo zanimljiva ovakova opažanja i razmatranja, nu da li će ikada dovesti do kakovih stalnih pravila i zakona? Po mnienju mnogih znamenitih geografa ne će nikada. Navesti ćemo uza sve to njeke sličnosti i raznolikosti kontinenta, neka bi ih čitatelji na zemljovidu motrili.

Pošto su si tri glavna mora tim slična, da se prema jugu razširuju, a prema sjeveru suzuju, to mora biti kod kontinenta upravo obratno. Pa tako i jest. Južni krajevi staroga i novoga svieta podpuno se u tom slažu, da su šiljati, dočim se prema sjeveru znatno šire. O tom se možemo lako uvjeriti, ako potražimo na zemljovidu najsjevernije i najjužnije tačke kontinenta, koje se k tomu gotovo pod istimi podnevnici nalaze i to pod 40^0 izt., duž., 120^0 izt. duž., 160^0 izt. duž. i 60^0 zap. duž. po Ferru. Zanimljivo je i to, kako su svi kontinenti oblikom svojim nalični na trokute ili takove četverokute, koji se lako mogu pretvoriti u trokute. Pogledamo li zemljovid i izporedimo li razvitak pojedinih kontinenta, to ćemo namah opaziti, da je Sjeverna Amerika nalična na Evropu. Atlantski ocean prodire na obje strane duboko u unutrašnjost zemalja, a zemlje sižu svojimi poluotoci daleko u more n. pr. Sredozemsko more, Sjeverno i Iztočno more u Evropi a Meksičko more i Hudsonov zaljev u Americi, nadalje Skandinavija i Velika Britanija u Evropi a Labrodor i Nova Fundlandija u Americi, itd, Afrika i južna Amerika slične su svojimi trokuti, zatim slabim razvitkom obala, zaljevi i predbrežji. Oblikom i siromaštvom poluotoka nalikuje na njih i Australija. Po tom se mogu Južna Amerika, Afrika i Australija nazvati južnimi kontinenti, kojim odgovaraju Sjeverna Amerika, Evropa i Azija kao sjeverni

kontinenti. Južni kontinenti kano su da na nižem stupnju razvitka. Istina da donjekle nadoknadjuje slab razvitak južnih kopna oceanski položaj i pretežno vruće podneblje. U tropskih se naime priedjelih zasićuju topliji slojevi zraka većom množinom vlage, te izdašnije i pravilnije zračne struje tjeraju pare, koje se s mora dižu, preko ogromnih prostorija. Zbog pasatnih vjetrova (aliseja) i silnih rieci naličnih tropskih kiša izvržena su ogromna kopna Južne Amerike kao i Afrike gotovo upravo toliko djelovanju oceanskomu kao i ostali kontinenti sa svojimi mnogobrojnimi zaljevi i dragami. Sjeverna kopna prem ogromna površjem zbog unutrašnjih mora dovoljno su još izhlapljivanjem i oborinom obskrbljena, bez čega bi u unutrašnjosti za cielo nastale pustinje. Napokon ćemo još spomenuti, kako imadu sjeverna kopna mnoge zajedničke vrsti životinja i bilina i kako se prema najljepšem razvitku sjevernih kopna i čovjek na sjevernoj polutci najbolje razvio i usavršio: na sjevernih se kopnih razvija svjetska poviest. Južna kopna zastupaju u njekom pogledu prošlost naše zemlje; na njihovih južnih krajevih živu posljednji ostatci najstarijih ljudi, i to Pešeri na južnom šilju Amerike, Hotentoti u južnoj Africi i Australski Crnci na južnoj tački Australije i Azije. Pače i životinje i biline ovih priedjela imaju većim dielom značaj prošlih doba.

Med sjevernimi i južnimi kopni opaža se popriečni prolomni pojas smjerom iztočnozapadnim. Unutar toga pojasa leže otočja iztočne i zapadne Indije i poluotoci južne Evrope i Azije (Eurazije). Crveno, Sredozemsko i Karibsko more sa susjednimi oceani opasuju cielu kopnenu kruglju neizmjernim vodenim pojasom, koji sada još jedino prekida prevlaka Panamska, pošto je već prije 20 godina prokopana prevlaka Sueżka. Kada i ako se za koju godinu dovrši prokop Panamski, razstavljat će po cielom zemaljskom površju oceani južna kopna od sjevernih.

Na obalah pojedinih kopna opažaju se znatne opreke, ali donjekle ipak pravilne. Afrika ima najjednostavniji oblik bez poluotoka, te je gotovo nepristupna. Azija je doduše s tri strane morem obljevena, te je na iztoku i jugu liepo razvijena, ali ipak još trup znatno nadmašuje česti. Evropa je najbolje razvijena; njezin trup kano da se hoće razpasti na same otoke i poluotoke, pače i ti se još dalje razpadaju. Tako se dakle opaža i med pojedinimi kopni staroga svieta raznolikost u razvitku obala i to ovim redom: Afrika, Azija, Evropa. Afrika je najjednostavnije kopno, ogroman trup bez česti, stablo bez grana. Azija ima još ogromniji trup, ali i mnogo

česti, koje zapremaju $^1/_5$ kopna. U Evropi je ujednaka med dielovi i trupom, grane prekrivaju stablo, dielovi zapremaju $^1/_3$ cieloga kopna. Jednom riečju: Afrika se zatvara pred oceanom, Azija mu otvara obalu, Evropa mu se ciela podaje!

Obzirom na visinsku razgranu kopna ili kontinenta opažaju se takodjer njeke sličnosti a njeke opet raznolikosti. Tako niesu najviši vrhunci na nijednom kopnu upravo u sredini, nego su uviek od jedne obale više udaljeni nego od druge; odatle sliedi, da tlo svakoga kopna na dvie strane opada. Stari naime sviet opada polaganije i duže prema sjeveru, a kraće i strmije prema jugu; novi pak sviet opada duže i polaganije prema iztoku a kraće i strmije prema zapadu. Kopna se u obće uzdižu prema polutniku, ali ipak tako, da niesu najviše uzvisitosti tla upravo pod polutnikom, već nedaleko obratnika. U starom je svietu najviše gorje Himalajsko pod 27° sjev. šir., a u novom svietu u Bolivijskih Andah pod 20° juž. šir. Iz svega toga vidimo, da se tlo duže i postupno spušta prema Atlantskomu oceanu i s njim spojenu Arktičkomu oceanu, a tlo kraće i strmije da opada prema Tihomu oceanu i s njim spojenu Indijskomu oceanu.

Razredbom i položajem je visočina i nizina staroga i novoga svieta vrlo različna. Stari je sviet pun visokih ravnica i gorja, a novi sviet nizina. To ćemo odmah uvidjeti, ako si ovamo predočimo ogromne visoke ravnice i gorja iztočne i zapadne Azije, koje zapremaju $^5/_7$ cieloga površja Azijskoga, zatim visoke ravnice i stupnjevine Afričke, onamo pak neizmjerne nizine Američke, koje idu od sjevernoga ledenoga mora do zaljeva Mexičkoga, zatim od Orinoka do južne Patagonije, dočim se prave planine gotovo jedino zapadnim primorjem prostiru. Ima doduše i u starom svietu od Biskajskoga zaljeva preko Evrope i Azije do Velikoga oceana suvisla nizina, koja pače svojim površjem nadmašuje nizine novoga svieta, ali kako raznoliko svaka od tih nizina utječe na ljude, životinje i biline! U starom se naime svietu opaža znamenita razlika med jugom i sjeverom, u novom pak svietu ne ima o tom ni govora, jer se gorja prostiru smjerom podnevnika. Taj se smjer ili pravac zove glavna os uzvisitosti tla, te ide u Aziji i Evropi od iztoka na zapad.

Glavna je i srednja tačka na površju staroga svieta ogromna uzvisitost u unutrašnjosti Azijskoj, gdje se križaju visoke gorske kose Hindukuša. Taj veličanstveni priedjel, s kojega se razilaze Himalaja, Karakorum, Kuenluen, Tianšan, Soliman i druge gorske kose, nije ništa drugo već razkrižje obiju kopnenih osi, od kojih ide pokrajna od sjevera na jug, a glavna od iztoka na zapad. Čini se, da su se

ovdje dva kopnena vala jedan preko drugoga naslagala upravo tako. kao što se znadu naslagati valovi na moru. Ovdje dakle na tom razkrižju osi pravo je središte zemlje, „pupak svieta“, visinsko središte kopna, a tu je upravo za čudo i središte, s kojega su se na sve strane širili Azijski narodi. Zanimljivo je ujedno i to, da upravo tomu priedjelu najviših vispoljana i gora nasuprot leže na drugoj zemaljskoj polovici najdublje česti Tihoga oceana, na kojih ne ima gotovo nikakvih otoka.

Spomenute sličnosti i raznolikosti niesu osamljene na zemaljskom površju, pak bi se lako dale još mnoge prispodobe izvesti med pojedinimi mori, gorami i riekami. U ostalom ovo izvanjsko suglasje oblika na daleko zaostaje za unutrašnjom harmonijom (skladom), koja sliedi iz promjene vjetrova, struja, podneblja i mnogostručnih geoložkih pojava. „Život je zemlje kao i svaki drugi život: *neprekidna izmjena opreka, koje se u jednu ruku neprestano izmjenjuju, a u drugu izjednačuju u harmoniji*“. Do životoslovja (fiziologije) zemaljske kruglje može se doći jedino, ako promatramo kopna, oceane, zrak, t. j. svaku goru, svaki poluotok, svaku rieku, svaku struju mora, svaki mjestni vjetar itd. kao organe naše zemlje; nadalje treba da se opaža i izučava djelatnost tih organa i njezine posljedice u životu zemlje. Prirodni se zemljopis bavi imenito izučavanjem i izticanjem skladnosti u životu zemlje. Više skladnosti — harmonije, koje se osnivaju na odnošaju čovječanstva prema zemlji, kano obitavalištu i domovini ljudi, izpituje i crta poviest.

VIII.

O b a l e.

Znamenitost obala. — Zaljevi. — Naravne luke. — Hrvatsko-dalmatinska obala. — Prevlake. — Fjordi. — Razvitak obala znamenit je po napredak naroda; primjeri za to iz poviesti. — More razara visoke a i nizke obale. — Zatoke. — Limani — lagune. — Sipine. — Poluotoci i njihov postanak. — Stoljetno dizanje i spuštanje obala. — Serapisov hram kod Puzzuolija. — Koje se obale danas dižu a koje opadaju?

Ona čest kopna, koja se dotiče mora, zove se žal ili obala. Obično se medjutim zovu obalom i oni krajevi, koji graniče sa velikimi jezeri, pače i bregovi rieka; tako se n. pr. govori o obalah Kaspijskoga jezera ili o obalah Volge i Dunava itd. Obale su u mnogom pogledů veoma znamenite česti kopna. Na obalah se naime sastaju čvrsti i tekući elemenat (počelo) zemaljskoga površja, kopno i more, te zapremaju posebno područje, u kojem oba jače utječu jedan na drugi nego li po ostalom zemaljskom površju. Ta poznato je n. pr. kako se provale vulkana najjače opažaju upravo u primorjih, na obalah. Nu obale su i u poviesti čovječanstva vrlo znamenite. One su najbolje medje država i naroda; one su u pravom smislu rieči prirodne medje, jer ondje graniče narodi u istinu samo sa prirodom. Primorski su narodi mornari, trgovci i kolonizatori, ter im djelovanje i rad mnogo dalje siže nego naroda, koji stanuju u unutrašnjosti kopna. Primorci su jaki, radini i žilavi i doticajem sa silnim uviek nemirnim morem prokušani čelik-ljudi. Ako od dva jednako velika i istih sposobnosti naroda jedan ima više primorja i razvijenih obala nego li drugi, to se može uztvrditi, da će onaj biti bogatiji, jači i naprednji.

Prvi pogled na zemljovid kaže nam, da su obale vrlo raznolika oblika. Budući da je more u bitnosti svuda jednako, to ovisi raznolikost obala o tom, kakovo je primorsko tlo. Ovamo prodire more manje više duboko u kopno, a onamo opet na daleko ne prodire nigdje. Česti mora, koje prodiru daleko i na široko u kopno, zovu se zaljevi

(n. pr. Bengalski zaljev), a ako su nješto uži, onda su zatoni (n. pr. Perzijski zaton, Kalifornijski zaton). Veći se zaljevi i zatoni mogu zvati medjuzemskimi mori; manji su pak morske drage. Zatoni i drage, kojih ne spaja preširok put ili cesta s otvorenim morem, tako da vjetrovi i valovi morski ne dopiru do njih, jesu naravne luke, u kojih se ladje sigurne od vjetrova i valova usidre. Takovi su zatoni i drage veoma znameniti u kulturnoj geografiji. Cvatući trgovački gradovi Carigrad, Trapezunt, Smirna, Atena, Mesina, Palermo, Kadiks i Marselj podigoše se na takovih prirodnih lukah. S toga i postadoše davno a i ostadoše do dana današnjega uzprkos težkih udaraca tečajem vjekova stjecišta brodova i središta trgovine. Zanimljivo je, kako ima mnogo više naravnih luka na strmih obalah nego li na nizkih i to s toga, što se na strmih obalah i veće ladje mogu sigurno približiti kopnu, dočim na nizkih obalah, gdje je more plitko, ne mogu ladje tako lako do kopna. Ovo je za pojedine države veoma znamenito. Tako n. pr. Njemačka zbog nizke obale ne ima naravnih luka osim Kiela, jedine luke, koja je i velikim brodovom pristupna. Njemačke luke leže gotovo sve u zatocih, koji nastaju na ušću velikih rieka (Hamburg, Bremen, Stettin, Dancig itd.) Isto je tako najvećim dielom nizka obala zapadne i sjeverne Francezke siromašna lukami, dočim su strme obale Norvežke, Škotske i južne Englezke pune izvrstnih naravnih luka. Obale našega primorja većinom su strme, te imadu mjestimice dobre luke. Obala od Rieke do Senja prikladna je za brodarstvo, dočim je od Senja do mora Novigradskoga slabo pristupna obala, pošto se tik uz more prostire veliki gorski bedem. Od Nina do Šibenika je jedina Zadarska luka znamenita. Od Šibenika do ušća Cetine dvie su znatnije luke Trogir i i Spljet, a dalje prema jugu je u Dubrovačkom kraju najbolja luka Gruž. Najjužniji dio hrvatskoga Primorja ujedno je i najznamenitiji. Tu je more prodrlo do 30 km. duboko u kopno, te je stvorilo krasnu Boku, koja se opet razpada na mnogo manjih zaljeva i draga. Po tom je Hrvatsko primorje na oba svoja kraja, na sjevernom i na južnom najživahnije i najbujnije. U sredini se iztiču imenito Spljet i Zadar sa susjednimi otoci.

Uzki komadi zemlje sižući duboko u more zovu se uvor ili šilo; pojedina pako vis, koja strmo strši ili se ruši u more, zove se rt ili glavica (franc. cap). Uzki komad zemlje, spajajući velike česti kopna i razstavljajući dva mora, zove se prevlaka (isthmus). Prevlake su veoma znamenite za obćenje naroda, jer su mora, koja inače veliki kontinenti razstavljaju, na prevlakah veoma blizu. Kako

je n. pr. znamenita od najstarijih vremena prevlaka Korintska ili pak Suežka, kroz koju ide od g. 1869. kanal razmjerno kratak, a ipak jedan od najznamenitijih morskih putova na zemlji. Napokon je važna prevlaka Nikaragua i Panama, koja će još znamenitija biti, čim ju prekopaju.

Osobita su vrst morskih zaljeva Fjordi. Ti su zaljevi dugi i uzki; gdjekada su preko 150 km. dugi, a obično niesu širi od 15 km. Nalaze se jedino na strmih obalah, te se njihove stiene ponajviše okomito ruše u more. Punim pravom ih zovu dolinami, kojim je dno pokrito morem mjesto livada i polja. Često se u gornjem dielu razgranjuju poput pravih dolina. Fjordovi su obično veoma duboki, gdjekada dublji nego otvoreno more, koje ih okružuje. Na dalje je zanimljivo, da ih ne ima nigdje pojedince već uviek u većih skupinah. Napokon je najzanimljivije, da se nalaze jedino u polarnom pojasu i u hladnijih dielovih umjerenoga pojasa. Ima ih na sjevernoj i južnoj polutci tek iznad 42. uzporednika. Med tim uzporednikom i polovi nalaze se svuda na strmih obalah, a prate ih obično mnogobrojni otoci. Tako ih ima u Evropi na zapadnoj Škotskoj i Irskoj obali, zatim na Norvežkih i Irlandskih obalah; u Sjevernoj Americi i to na iztoku na obalah Maine-a, Nove Fundlandije, Labradora i Grönlandije a na zapadu na obalah Aljaške i Britanske Kolumbije; u Južnoj Americi na zapadnoj obali Patagonskoj, a u Australiji na južnoj obali Nove Selandije. U svih spomenutih priedjelih je vlažno i hladno podneblje. Budući da vlaga i nizka temperatura najviše utječe na razvitak ledenjaka, to je gotovo nedvojbeno, da je led njekadašnjih i današnjih ledenjaka polagano se spuštajuć u dol tečajem mnogo tisuća godina urezao u strme obale ove duboke i mnogobrojne zaljeve.

Razmjerje med površinom i obalom ili dužinom obala njekoga kopna zove se razvitak obalâ; on je veoma znamenit za prosvjetu i napredak čovječanstva, jer o njem ovisi obćenje s inimi zemljami. Poviest čovječanstva nas uči, da je blizina mora i obćenje na moru vanredno znamenit činbenik u razvitku ljudske uljudbe. Primakne li se koji narod iz unutrašnje osamljenosti k moru, laglje može obćiti s inimi narodi; tu će on obogatjeti, tjelesno i duševno napredovati ter si osigurati obstanak i život, a za timi napokon ciljevi teže svi napredni narodi. Ili zar nam ne pruža za to dosta dokaza svjetska poviest, ta učiteljica života? Stari Grci ne bi bili nikada trgovinom i prometom, duševnom i materijalnom kulturom kao i svojom političkom okretnošću postali tako znamenit i odličan narod, da niesu

obitavali na tlu, bogatom poluotoci i otoci i na malo-azijskih otocih. Razvitak njihovih obala i nebrojeni otoci dovedoše ih rano u doticaj i obćenje sa najrazličitijimi narodi. Oni se brzo sprijateljiše s morem, dadoše se na brodarstvo, ter su tako došli do znamenitosti, koja daleko nadvisuje veličinu njihove zemlje i njihov broj. Ili nije li danas Velika Britanija, prostorom i brojem žiteljstva gotovo posljednja med velevlastmi, ipak med prvimi velevlastmi i svjetska država prvoga reda. Ali obale toga naroda veoma su razvijene; one ga mame, pače ga sile, da se dade na more, pak se upravo na brodarstvu i na svjetskoj trgovini osniva veličina te otočne države. Njeki zemljopisci drže, da je pomanjkanje morskih obala jedan od čavala na liesu samostalne Poljske. Ne ide li Ruska svjetska država od vremena Petra Velikoga za tim, da si što više morske obale prisvoji? Na moru je svakomu narodu najsigurnija granica; ondje ga je težko napasti, ondje je najteže presjeći niti, koje mu život spajaju s ostalimi narodi. Nijedan narod nije i ne može biti mrtav, dok ima pristup k moru. Morske su medje u istinu životni elemenat naroda, pak je poviestni zakon, da svi narodi, koji teže za veličinom i napredkom, nastoje da dodju do mora.

Vrlo je važno za svaki narod, da li se nastanio na takovom kontinentu, gdje je lako doći do mora. Dakako da se u tom pogledu kopna veoma razlikuju. Dočim je n. pr. Evropa na jugu, zapadu i sjeveru tako rekuć rpa poluotoka i otoka, ne ima Afrika i Južna Amerika gotovo nikakvih poluotoka i malo otoka, pak je na ta dva kontinenta narodom, koji ne stanuju na obalah, težko doprieti do mora. Nije slučajno upravo Evropa sa zemljami oko Sredozemskoga mora već 3000 godina središtem ljudske uljudbe, dočim Afrika, izuzev onaj dio, koji je gotovo na medji Azijskoj, nije nikada ništa proizvela, što bi zavriedilo ime napredka. Ondje je svaki poluotok i svako otočje podavalo pojedinim narodom slobodan, odieljeni prostor, na kojem su se mogli razviti, dočim je na dalekih nerazvijenih prostorijah „crnoga kontinenta“ jedino u dolini Nilskoj živio naobrazovani narod. Promatrajuć to, priznati nam je valjanost onoga kulturno-zemljopisnoga načela, da je duljina obala njeke zemlje bitno utjecala na uljudbu svojih naroda. Nije li sielo Hrvatske države za narodne dinastije bilo na obalah Jadranskoga mora i to u onom dielu, gdje je obala najbolje razvijena, med Zrmanjom i Cetinom? Dr. Ratzel ističući znamenitost obala po razvitak naroda kliče bolno: „Koliko bi se južna Njemačka bila bolje razvila i koliko bi poviest tih priedjela bila znamenitija, da Jadransko more dopire do srca

južne Njemačke mjesto što ga razstavlja od Njemačkoga juga Alpinsko velegorje“.

Razvitak obala možemo brojevi ovako predočiti. U Evropi se odnosi površina prema dužini obale kao 37 : 1, t. j. na 37 $km.^2$ ide 1 km. obale; kod Australije pak odnosi se kao 47·5 : 1, kod Norvežke kao 17 : 1, kod Peloponeza pače kao 2·6 : 1. Taj je odnošaj dakako to manji, što je manja dotična zemlja ili kontinent, jer ima, kao što se lako osvjedočimo, morem obljeveni komad zemlje velik 1 $km.^2$ 4, a 4 $km.^2$ veliki komad zemlje samo 8, a 64 $km.^2$ veliki komad zemlje samo 32 km. dugu obalu. Duljina je dakle obale pod istimi prilikami razmjerno veća kod manjih nego li kod većih zemalja. Naravno, k tomu treba da se još dodade naročiti razvitak morskih zaljeva i draga. Odatle sliedi, ako uzmemo duljinu obala Evropskih za jedinicu (= 1), da ćemo dobiti za Sjevernu Ameriku 0·66, za Australiju 0·51, za Južnu Ameriku 0·38, za Aziju 0·35 a za Afriku 0·22. Gdje se radi o tom, da se prispodobe ogromna kopna, kao što su kontinenti, može se to laglje i preglednije izvesti, da se naime velike česti dotičnoga kontinenta, t. j. poluotoci i otoci prispodobe sa nerazvitom jezgrom ili trupom. Po tom se računu odnose česti Evrope prema njezinu trupu kao 1 : 3, kod Amerike kao 1 : 8, kod Australije kao 1 : 36, a kod Afrike kao 1 : 47.

Na obalah je neprestana borba med kopnom i med morem. Morski valovi dubu i glodju obale, te im neprestano otimlju po koji komad. Na obalah južne Englezke, gdje se opiru moru pećine od krede u spodobi ogromnih bielih grebena i stiena, nalaze se veliki rubovi razsulina i ruševina, koje je more odkinulo. A kako je more ondje djelotvorno, dokazom nam je, što seljaci Kenta, grofovije Englezke, drže, da more svake godine barem za 1 metar obalu podruje i izplavi. U 1000 godina proguta dakle more na takvoj obali 1 km. kopna. Na grebenitih obalah Sufolka i Norfolka računa se da more poprieko na godinu 1 yard (= 1·7 met.) kopna uništi. Kod Thiesova se otok Rujana od 1728—1819 god. za 38 met. smanjio, a kod Arkone se obala smanjuje na godinu za 15—30 cm. A to je u mirnom Baltijskom moru! Na tačkah, koje tako leže, da more jako o njih udara, još se bolje opaža prodiranje mora. Godvinski prudovi na iztočnom rubu Kentske grofovije, gdje se gotovo svake godine ladje nasuču, komad su kopna, koje je more progutalo. Tu je još u ono vrieme, kad su se Sasi u Englezku naselili, dakle prije 1200 god. bila posebna grofovija, a danas je sve pod morem. Pošto je razorna sila mora u ovih priedjelih tako silna, ne treba se ču-

diti, što je cesta Doverska (t. j. Calais-ska) u Kanal la Manchu sve šira. Njeki su proračunali, da je trebalo po prilici oko 60.000 godina, dok je more prodrlo taj kanal, t. j. odciepilo Britansko otočje od Evropskoga kopna. O tom ne ima sumnje, da je Englezka njekoć suvisila s Evropskim kontinentom, nu težko je reći, da li ju je samo more razstavilo ili niesu li i drugi faktori na to utjecali. Toliko se svakako znade, da morski valovi neprestano na tom rade, da razšire morsku cestu, koja razstavlja Veliku Britansku od Evrope.

Još je jača i veličanstvenija ali dakako i strašnija razorna sila morska na nizkih obalah n. pr. u Nizozemskoj i u onih dielovih Njemačke, koje oplakuje Sjeverno more. Poznato je, kolikom mukom i opreznošću brane Nizozemci i žitelji iztočne Frizije, Hanovera, Oldenburga i Šlesvig-Holšteina svoju zemlju od morske provale. Duboke morske zaljeve na obalah Sjevernoga mora (Zuidersko jezero, Dollart i Jade zaljev) izdublo je većim dielom more u povjestno doba. Tako je n. pr. Zuidersko jezero, taj daleki i široki morski zaljev Nizozemski tek u 13. stoljeću nastao provalom mora. Dollart zaljev nije obstojao još u Rimsko doba; on je nastao morskimi provalami od 13—16 stoljeća, koji su grad Torum i 50 trgovišta, sela i samostana, najbogatije prediele iztočne Frizije uništili i stvorili 310 km.^{2} veliki zaton. Njekadašnju sjevernu Friziju, koja je zapremala 300—400 km.^{2}, more je po malo pretvorilo na male otoke, a preostali Nordstrand raztrga more god. 1634., kojom zgodom zaglavi 6000 ljudi. Čitav lanac otoka od Teksela do Wangeroge jest samo preostali izvanjski zid razorenoga kopna. Helgoland, odkada se zanj znade, smanjio se za tri četvrtine, pak se i sada gotovo opaža, kako na očigled postupno propada. Nizina Uzedomska kod Damerova bila je g. 1791—1792. dva kilometra široko probušena, kašnje se je opet sastavila, a g. 1872. opet je razdrta. Posljednjih je napokon godina načinilo more od sjevernoga šilja otok.

Prema tomu gotovo bi rekao čovjek, da kopno na onih tačkah, gdje se dotiče mora, gubi svoju čvrstoću i nepomičnost, koje je upravo njegova bitnost u onih ogromnih planinskih priedjelih kao i dalekih ravnicah, koje izpunjuju unutrašnjost kopna. U istinu neprestana promjenljivost upravo je bitna oznaka morskih obala. Tko je ikada na morskom žalu promatrao ono jednostavno ali vjekovito talasanje mora za bibavice, ili pak kad huje i buče morski valovi, taj se ne će nikada otresti misli, da se tu živi, gibljivi i djelatni elemenat primaknuo mrtvomu, tromomu i krutomu elementu nastojeć

velikom silom i nedohitnom uztrajnošću da ga povuće u krug svoje gibljivosti i promjenljivosti. Udarajuć o obale izdube more amo tamo posve osebujne oblike. Tko je vidio obale južne Francezke i Talijanske u Sredozemskom moru, tomu će biti poznati oni neobični pećinasti portali, kroz koje morska bibavica struji i šumi; taj će znati za one posebne zračne prolaze, koji vode iz mora kroz pećine na površje i iz kojih kod svakoga udarca valova provali silovita zračna struja kadkada poput paklenoga zvižduka. More je na tih strmih obalah izpralo mjestimice čitave špilje, kao što je n. pr. modra špilja na otoku Kapri.

More ne uništuje samo i ne razara, već takodjer i gradi. Dakako da se čini, da je razorna sila mora mnogo jača od stvorne, pak kano da će ona jednom ovu posve svladati. U obće se može reći, da je na strmih obalah jača razorna sila mora, a na nizkih obalah prevladjuje stvorna sila morska. Na obalah, koje imadu zgodan položaj, opaža se da valovi morski uzpinjuć se na obalu odmah uzmiču ostavljajuć na obalah školjka, svakovrstnih životinjskih ljusaka, pieska, kremena, haluge i resina. Sve se to obično naslaže na obalah nedaleko ruba morskoga, pak ako se s vremenom obala podigne, ne mogu više donle doprieti morski valovi. Darwin je na Patagonskoj obali našao osam tako naslaganih greda, jednu nad drugom, a to je dokaz, da se tamošnja obala postupno toliko puta podigla. Isto tako naplavi more na nizkih obalah, gdje obično ne bjesni, slične naslage pod svojim površjem kraj obala. I na ovoj crti, gdje se sastaju valovi navaljajući s mora s onimi, koji se već odbijaju od obale, naslaže se obično pieska, mulja, školjka, resina itd. S vremenom nastanu na takovih crtah, gdje se protivni morski valovi sukobe, tolike naslage, da se pomaljaju iz mora kao nasipi i prudovi, iza kojih je uz obalu posve mirno more. Takovi se nasipi (poloji) najlaglje i najbrže tamo načine, gdje se velike rieke u more izlievaju, koje nose sa sobom mnogo pieska i mulja. Obično se naslažu prudovi i nasipi uzporedno s obalami, pak se mirna morska voda, što no je med njimi i obalami, zove zatok ili gdjekada liman, u Talijanskoj laguna. Mulj, blato i piesak, što no riekami i potoci u te dielomice zatvorene vodene kotline dolazi, nakuplja se sve više, te će ih s vremenom posve zasuti. Lagune su n. pr. Mletačke mjestimice već zasute.

Morski valovi neprestanim gibanjem sataru mnogo čvrstoga kamenja na piesak i prašinu, a isto tako donose i rieke moru mnogo pieska i mulja. Valovi i jaki vjetrovi, bjesneći na obalah, hva-

taju se naslaganoga pieska, te ga nanose iza ruba morskoga stvarajući čitave nasipe i bedeme, koje zovemo sipinami. Kao što sve, što je blizu mora, prima od mora kao glavno svojstvo gibljivost, tako su i te sipine neobično gibljive; one tako rekuć putuju, miču se kao da su živa bića, sad rastu, sad se opet smanjuju. Sastoje pak od pieska i prašine. Prema tomu kako vjetrovi duvaju, sele se i sipine. Tko je ikada putovao med brežuljci takovih pjeskovitih priedjela, u kojih je sve, što vidiš, gibljivo, nestalno i promjenljivo, tomu se za cielo činilo, kano da ondje pjeskovito more nastavlja na kopnu pravo more. Pomične te sipine čine u istinu prielaz od nemirnoga mora k čvrstomu kopnu.

Gdjekada se prostiru uz obale čitavi nizovi takovih brežuljaka od pieska opadajuć obično strmije prema moru nego li prema kopnu. Kad duva jaki vjetar od mora, nosi sipine na daleko, pak su one još u poviestno doba zasule i opustošile mnoge priedjele. U južnozapadnoj Francezkoj u tako zvanih „Landes“, priedjelih med Adurom i Girondom, pomiču se već kroz stoljeća sipine neprestano i neodoljivo u unutrašnjost kopna. One su zasule sela i zaseoke, tako da iz dalekih njekoć napučenih krajeva viri sada samo još amo tamo po koja viša tačka kao zeleni otok iz žutoga i smedjega pjeskovitoga mora. Mimiran, mjesto u onom kraju, na pol je zasuto nedavno, kao što se još stariji ljudi dobro sjećaju. Slično se dogodilo i na drugih obalah n. pr. na obalah iztočne Pruske. Ondje kao i u Francezkoj sipine gdjekada u jednoj godini provale 20 pače do 50 met. Po računu njekih provalile su se u Bretagni u poviestno doba put od 45 km. Amo tamo se pokušalo, da bi se sipine učvrstile i ustalile na zemlji rašćem, koje bi na takovu tlu moglo uspievati (bor, vrbe itd.), te se zbilja donjekle na njekih mjestih uspjelo. Ali ima mnogo krajeva, gdje su prirodne sile mnogo jače nego li slabašni pokusi ljudski.

Ipak niesu sipine svuda štetonosne i ubitačne. Barem dr. Ratzel piše: „Sipine su upravo u Njemačkom Pomorju po svoj prilici od veće koristi, nego li je ona šteta, koju njekim mjestom u istinu nanose. Sipine su naravni nasipi proti moru, nasipi, koje podigoše vjetrovi i more upravo ondje, gdje bi se njihova razorna sila najjače osjetila, da ne ima sipina. Frižke otoke i u prvom redu dražestni Silt brane upravo sipine od propasti, kojom im priete strašne sjeverozapadne oluje. Na svih tih otocih kao i na Šlesvičkih obalah leže sva mjesta i naseobine iza sipina, tako da se čovjeku, kad dolazi s mora k obali, čini, da je došao u kraj, gdje ne ima ljudskih obitavališta. S početka vidiš samo žute stiene sipina i tek kad si ove

prevalio, otvara ti se prekrasna slika, dražestna zelena polja i vrtovi, kuće crvenim criepom pokrite i sela, koja se ističu Holandezkom čistoćom".

Sipine medjutim niesu samo ograničene na obale, već ih ima u pustinjskih priedjelih daleko u unutrašnjosti kopna. Tako ih ima n. pr. u Sahari, gdje veoma smetaju obćenju, jer deve ne mogu dugo po piesku hodati. Velike su sipine med oazami Sivom i Kufarahom. Tako su kod Radamesa do 180 met. visoke a na vispoljanah Arizone u Americi pokrivaju daleke priedjele sa 10—20 met. dugimi plosnatimi brežuljci, koje tamošnji žitelji „Medanos" zovu.

Velike dielove nizkih obala poplavi more za plime. Takovo tlo nije nikada stalno suho, već je sad pod morem, a sad opet nad morem. Ako se takovo tlo zagradi, da ga more ne naplavi, znade biti vrlo plodno. Najplodniji priedjeli sjeverne Njemačke i Nizozemske na taj su način moru oteti, a zovu se p o l o j i ili p l o š t i n e. Od Labe do Šelde oteto je zadnjih 300 godina preko 5500 $km.^2$ plodne zemlje moru.

Kao što su pojedine obale u malom, tako su se obale ogromnih kopna u velikom tečajem vjekova razvile prema tomu, kako se je mienjalo površje mora i kopna. Kopna mnogi zgodno prispodabljaju sa čovječjim t r u p o m, a poluotoke i otoke sa d i e l o v i, č e s t m i ili u d o v i trupa, jer se kao ruke pružaju k susjednim kopnom. P o l u o t o c i, o kojih ćemo njekoliko rieči progovoriti, vrlo su nejednako podieljeni na zemaljskom površju. U postotcih zapremaju na pojedinih kopnih (bez otoka) poluotoci:

S j e v e r n a k o p n a:		J u ž n a k o p n a:	
Evropa . . .	29·7	Australija . . .	1·4
Azija	20·5	Južna Amerika .	0·4
Sjeverna Amerika	10·9	Afrika	0·0

Najviše poluotoka ima dakle na sjevernoj polutci i tu je najbogatija poluotoci Evropa. K tomu su u Evropi sve glavne vrsti poluotoka. Ovamo nam prikazuje Bretagna u Francezkoj poluotok tiesno skopčan s kopnom, dakle posve kopneni poluotok; onamo opet vidimo u Krimu, koji suvisi sa kopnom samo 11 km. širokom prevlakom, poluotok posve otočne naravi. Med timi su skrajnostmi ostali poluotoci kao n. pr. Balkanski poluotok, koji je s početka kontinentalan, a na kraju se razpada na mnogobrojne male poluotoke, i Talijanski poluotok, koji se drži uzkom gorskom kosom Evropskoga trupa, ili napokon po svom gorju posve samostalni Pirenejski poluotok, koji izgleda kao kakav strani dodatak na Evropskom trupu.

Već iz ovoga, što smo dosele spomenuli, sliedi, da mogu poluotoci na dva načina postati: razstavljanjem od trupa ili pak spajanjem sa trupom. Na poluotocih, koji su nastali razstavljanjem od kopna, nastavlja se oblik trupa, s kojim suvisi. Obje dolnje stupnjevine Krasa tvore poluotok Istru, a isti se gorski sustav nastavlja zapadnim dielom Balkanskoga poluotoka sve do na kraj Peloponeza. Isto tako suvisi geognostički i geografski Srbsko i Banatsko gorje. Dvie gorske kose kristaličnoga kamenja prodiruć iz Armenije na Malo-azijski poluotok završuju na Kizil Irmaku, a na zapadu se opet pomaljaju na ravnici, koja je nastala u novom vieku (tercijarno doba) zemaljske prošlosti. Gorje prostirući se Zadnjom Indijom južnim pravcem počimlje po Richthofenu na Azijskom trupu i to već pod 32° sjev. šir. Granitsko-vulkansko gorje sjeverne česti Kalifornijskoga poluotoka završuje na kopnenom rubu kod „Los Angelos". Apenini su samo nastavak Alpinskoga gorja, dočim se je nizina Pada tek u sadašnjosti (t. j. u kvarterno doba) otela moru. Italija spada po tom samo prividno razstavljenim poluotokom sa širokom podnicom. U obće, gdje je na susjednom trupu tlo nizko ili brežuljasto, takovo je onda tlo i na razstavljenih poluotocih n. pr. na Jutskom poluotoku, a po svoj prilici i na Labradoru i u Arabiji.

Poluotoci, koji su nastali spajanjem sa trupom, geoložki su i geografski samostalni, te se i u poviesti žitelja, koji stanuju na takovih poluotocih, opaža njeka samosvojnost. Obično ih spajaju sa trupom nizine mladje tvorbe. Španjolski se je n. pr. poluotok spojio sa Francezkom, kada su se podigli Pireneji. Miocenski slojevi koji pokrivaju južno-afričku nizinu, naplavine su sladkih voda. Krim se je s osamljenim Jaila gorjem u kvarternoj dobi spojio sa kopnom kao i finsko-skandinavka vispoljana, koja sastoji od kristaličnoga kamenja. Ladožko i Onežko jezero su preostatci morske ceste, koja je spajala Iztočno more sa Bielim morem. Florida, Južna Italija, Kalkidika i njeki drugi poluotoci nastali su po mnienju njekih na oba spomenuta načina, razstavljanjem naime i spajanjem sa trupom.

Pri koncu ovoga poglavja spomenut ćemo još koju o tom, kako se njeke obale postupno dižu, a druge opet opadaju. Kopno, kao što smo već gore vidjeli, smijemo samo na toliko čvrstim nazvati, jer po njem sigurno hodamo, dočim je u tom pogledu voda varavi i gibljivi elemenat. Nu posve bi krivo bilo, kad bi kopno nazvali čvrstim u misli, da je ono zbilja podpuno nepomično i nepromjenljivo. Dapače čini se, da nije nijedno kopno, nijedan otok, nijedna obala nepromjenljiva, već da se njeki dielovi kopna polagano spu-

štaju u more, dočim se drugi dižu iz mora. To dizanje i spuštanje pojedinih dielova zemaljskoga površja biva dakako polagano tečajem vjekova, pak se s toga i zove stoljetno ili sekularno (saeculum = stoljeće). Za mnogo stoljeća mogu nastati znamenite promjene na kopnu dizanjem i spuštanjem tla. S toga ih valja osobito uvažiti u poviesti naše zemlje, koja ne broji samo stoljeća i tisućljeća već stotine tisuća i milijune godina. Dizanje i spuštanje zemaljske kore opaža se tačnije na njekih obalah tek u novije doba. U unutrašnjosti kopna daleko od mora ne da se do danas sigurno mjeriti, da li se kopno spušta ili diže. Može se doduše naslućivati a i poviest zemlje nam svjedoči, da su nastale znatne promjene i u unutrašnjosti zemalja. ali do sada niesu tačno opažane.

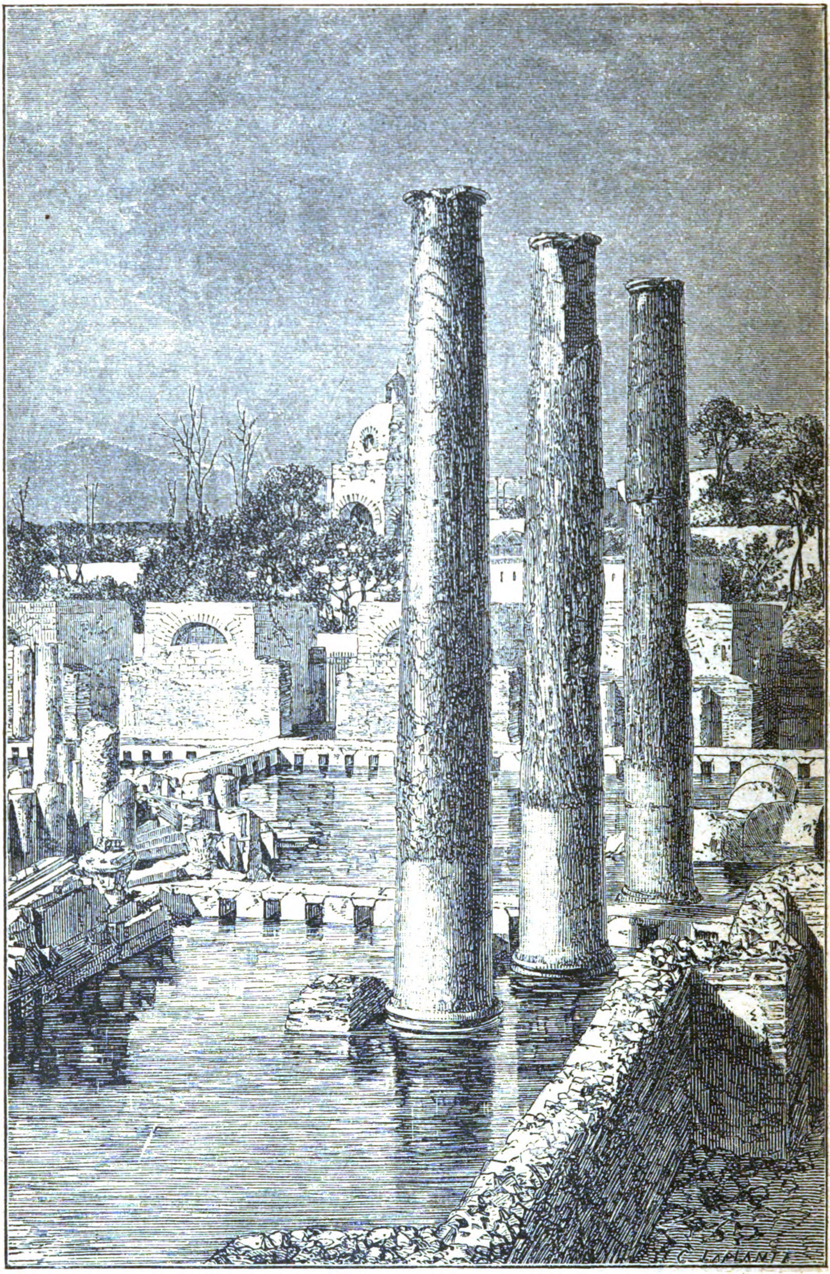
Najprije su opažali u Švedskoj, kako se diže obala, ter se u prvi mah mislilo, da to nastaje, jer opada morsko lice t. j. jer se more natrag povlači. Tamo se već prošloga stoljeća opazilo, da se na njekih mjestih za $1^1/_4$ a na drugih za $^1/_3$ metra kopno diže. Na drugih se opet obalah po tom upoznalo, da se kopno diže, što su mnoge tvorine, koje su mogle samo na morskoj obali nastati, odkrite visoko i daleko na kopnu, kamo već od davna ne dopire more niti njegovi valovi. Tako se nagomilavaju n. pr. razbijene školjke, ljušture, ljuske, sve bez sumnje morske tvorine, koje valovi nabacaju na strmu morsku obalu. To se opazilo na Norvežkoj obali, dakle na onom rubu Skandinavskoga poluotoka, koji je nasuprot Švedskoj obali te leži sada gotovo 200 met. nad morem. U Ruskoj i Sibiriji našlo se takodjer morskih tvorina 335 km. daleko od morske obale. Norvežka se dakle obala morala za 200 met. podići od ono doba, kad su nastali spomenuti prudovi od ljuštura i školjka. Na zapadnoj obali Južne Amerike dokazalo se dapače morskimi tvorinami, da se je obala mjestimice za 400 met. morala podići. Na Spitzbergih i na Novoj zemlji, u Sredozemskom moru kod Gibraltara i na prevlaci Suežkoj kao i u Japanu, te na mnogih drugih tačkah naišlo se na morske tvorine, koje jasno svjedoče, da se je obala tečajem vremena digla.

S druge strane imademo jasnih dokaza, koji govore za to, da su se njeke obale tečajem vremena spustile pod more, dočim su njekoć kopno bile. Imenito na obalah Dalmatinskih i Albanskih dakle na iztočnoj obali Jadranskoga mora nalazi se gotovo kod svakoga grada, koji većinom na njegdašnjih rimskih mjestih leže, tragova tih rimskih naseoba pod morskim površjem. Rimski tarac kod Trsta, Dubrovnika i Drača pokriva danas more, koje struji preko kamenih

ploča. Karike, koje su u pećinah učvršćene bile, da se o njih vežu brodovi, pod morskim su površjem, a isto su tako njekadašnji lučki nasipi i obrane pod morem. Tuj se dakle moralo tlo znatno spustiti pod more. Slično se opaža u južnoj Švedskoj n. pr. u Malmö-u, gdje je tarac već 2·5 m. pod morskim površjem. Na iztočnoj obali Englezke i sjeverne Amerike, a i na drugih mjestih, leže čitave šume i tresetišta po više metara pod morskim licem. Takova nam mjesta svjedoče, da su tamošnji priedjeli, kuda danas morski valovi bjesne, prije tisuću i tisuću godina, kojih ne možemo proračunati, bili zarasli šumom i travom. Kašnje ćemo kod koraljnih otoka daleko od kopna navesti takodjer dokaza za to, da se kopno diže i spušta.

Pomislimo li, da nizina, koja ide od Francezke preko Belgije, Holandije, Njemačke, Ruske i ciele sjeverne Azije, zatim preko sjeverne česti Sjeverne Amerike, mnogimi dielovi Južne Amerike, Iztočne Azije i Australije, ne iznosi više od 200 met. absolutne visine to si možemo donjekle predstaviti, kako znamenite promjene u obliku i veličini pojedinih kopna mogu nastati dizanjem i spuštanjem zemaljskoga površja. Na taj se način može posve promieniti površje zemaljsko. Recimo n. pr. da spadne tlo evropsko za 200 met., to bi veću polovicu današnje Evrope pokrilo more, koje bi poprieko našega kontinenta spajalo sjeverno ledeno more sa Sredozemskim morem. Nasuprot da se digne n. pr. dno Jadranskoga mora samo za 100 met. nestalo bi Dalmatinskih otoka, oni bi bili suho kopno u savezu s ostalom zemljom. Pače sjevernoga bi diela Jadranskoga mora do Spljeta na iztočnoj a do Jakina na zapadnoj strani posve nestalo; tu bi bila velika nizina, koja bi spajala našu domovinu s Italijom. A kakovu bi sliku imali tek pred očima, da se morsko dno digne još za 50 met. dakle u svem za 150 met.! Mi bi mogli po suhom s kojega mu drago Dalmatinskoga otoka prieko u Italiju do Manfredonijskoga poluotoka, te bismo na tom putu s lieva i s desna vidjeli samo oveća jezera. Eto nam jasnih primjera, kako se može dizanjem i spuštanjem tla znamenito promieniti zemaljsko površje.

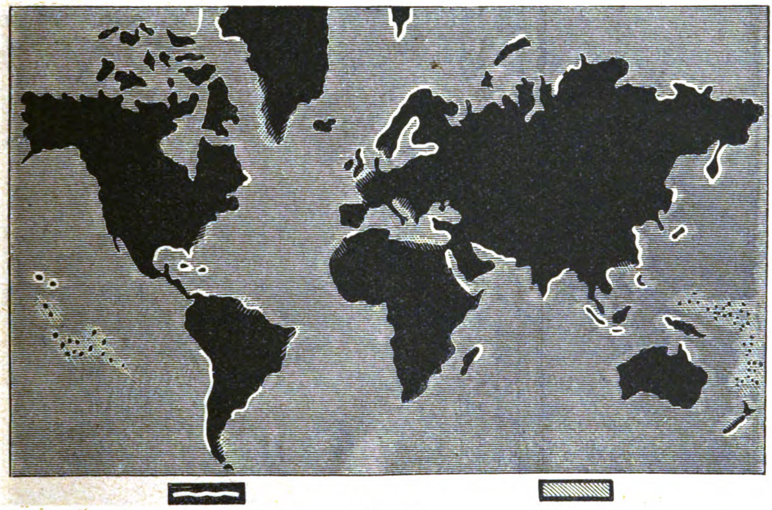
Dizanje i spuštanje tla može samo donjekle ovisiti o djelovanju unutrašnjih zemaljskih sila. Mi vjerujemo doduše, da ima pomicanje tla na zemlji i u utrobi zemaljskoj svoj uzrok, ali bi bili u velikoj neprilici, kad bi morali odgovoriti na pitanje, kako to biva. Do sada se samo vjerovatnim čini, da se zemaljska kora diže i spušta, jer se zemlja postupno, polagano ohladjuje, te se dosljedno sužava i steže. Ostali pokusi, kojimi se kuša protumačiti dizanje i spuštanje zemaljske kore, niesu osobiti. Njeki razjašnjuju doduše poje-



Sl. 14. Serapisov hram kod Puzzuolija.

dine činjenice, ali ne obćeniti pojav. Tako su njeki izticali, da se padajući slojevi približujući se zemaljskomu središtu ugrijavanjem raztežu, dočim se razhlade i stisnu oni, koji se dižu. Drugi su opet spominjali tlak, kojim tlače vodene mase na dno morsko ili tlak, koji nastaje od mnogih naslaga kršja, mulja i drugih čvrstih tvari. na morskom dnu.

Ako i nije tako prostrano niti trajno niti u tolikom obsegu, ipak je mnogo očevidnije dizanje i spuštanje zemaljske kore, koje nastaje vulkanskimi silami u raznih priedjelih na zemlji. Gdjekada promiene ove u njekoliko ura i dana za 20—30 met. visine položaj pojedinih



Sl. 15.

Sek dizanje obala. Sek. opadanje obala.

krajeva. Klasični primjer takovih promjena pružaju nam tri poznata mramorna stupa, koja su preostala od Serapisova hrama kod Puzuolija u Napuljskom zaljevu i koja nam prikazuje sl. 14. Stupovi preko 12 met. visoki izbušeni su na više mjesta od kamotoča, kao što se to u Sredozemskom moru često opaža u unutrašnjosti zidova i pećina, koji su pod licem morskim. Ove se životinjice umiju pilastimi hrapotinami svojih ljuštura ubušiti u najtvrdji kamen. Dakako da te životinjice živu samo u moru. Da su mogle dakle stupove izbušiti, kako su danas, mora da je hram Serapisov, koji je prvobitno svakako na suhom sagradjen, kašnje barem 8 me-

tara visoko more njeko vrieme pokrivalo. Iza toga se je bez sumnje opet podignuo, jer je sada posve na suhom, 30 metara udaljen od mora. Ono se je dakle tlo, iza kako je bio taj hram sagradjen — a tomu još ne ima 1800 godina — ponajprije spustilo, a onda opet podiglo. To se je eto dogodilo u tako kratko vrieme; inače se barem ne mogu protumačiti nabušeni od kamotoča stupovi u Puzuoliju.

Po najnovijih iztraživanjih o sekularnom dizanju i padanju obala čini se, kao što pokazuje sl. 15., da se polagano uzdižu sliedeće zemlje: iztočna Švedska, sjeverno-zapadna Norvežka, Danska, Francuzka, Sicilija, Sardinija, njeki dielovi iztočnih obala sjeverno i južnoameričkih, zapadna obala južne Amerike i najveći dio južno-iztočne Azije; spuštaju se pak polagano u more: obale južne Švedske, sjeverne Njemačke, Holandije, južno-zapadnoga Grönlanda, obale Jadranskoga mora i najveći dio obala Australskih.

IX.

Otoci.

Koje se kopno zove otok. — Množina otoka. — Kako se diele otoci po svom postanku. — Odtrgnuti od kopna otoci. — Naplavljeni otoci. — Svjetski otoci. — Oceanski i to: vulkanski i koraljni otoci. — Obalni grebeni. — Nasipni ili lagunski grebeni. — Postanak otoka. — Kako su razšireni koraljni otoci. — Znamenitost otoka po bilinstvo i životinjstvo i po razvitak naroda.

Prema velikim kopnom ili kontinentom zovu se manji komadi kopna obliveni morem otoci. U prvi mah se dakako čini to donjekle nedosljedno. Nazovemo li naime otokom kopno vodom obliveno, to su za pravo sva kopna otoci, jer kao što smo vidjeli, samo neizmjerno more sačinjava nepreglednu cjelinu, dočim su kopna podieljena na tri ogromna svjetska otoka. Ipak ne rabi ime otok za te kopnene skupine, pak ne će nitko n. pr. Ameriku nazvati otokom. Pače je Australija već prevelika, da se zove otok. Iza kako je god. 1875. do 1876. ustanovila sjeverno-polarna Englezka ekspedicija, da je Grönlandija otok, drži se ona danas najvećim otokom. Zaprema po prilici 20.000□ Myr., te se može po tom uzeti ta površina kao najveća za otok. Ostali otoci, ma i najveći med njimi, mnogo su manji. Tako su sliedeći po veličini otoci Borneo i Nova Guineja nješto veći, a Madagaskar nješto manji od naše carevine.

Osim velikih otoka ima na više mjestâ mnogo omanjih otoka na kupu. Takovi otoci tvore obično otočja ili arhipel, kao n. pr. Dansko, Britansko, zapadno-Indijsko, Egejsko i mnoga druga otočja. Rjedje su maleni otoci osamljeni kao sv. Helena 123□ km. velika, Helgoland 0·54□ km. itd. Napokon su neznatni otočići, koji su za pravo grebeni i školji. I takovi se grebeni označuju na zemljovidih, jer se svojom samoćom osobito ističu na vodenoj pustinji neizmjernoga mora. Ta niesu li pjesnici slavili otočiće Salas i Gomez ili otok Juana Fernandeza, sviet Robinsona Crusoa. Uzmemo li zajedno své otoke najveće i najmanje, to ih ima na stotine hiljada; oni zapremaju u svem 8·3 milijuna□ km.

*

Po svom postanku diele se otoci na više vrsti. Ponajprije ima otoka, koji su tako blizu kopna, te čovjek nehotice pomisli, da je njihov postanak u savezu sa susjednim kopnom, i to ili da su se odtrgnuli od kopna, ili da su nastali naplavinami na obalah. Dakako da je oboje moguće, jer je, kao što znademo, u morskih valovih sila razorna i stvorna. Najbolje ćemo to razjasniti sa primjeri. Na sjevernoj obali poluotoka Walesa leži otok po imenu Anglesea, koji je posve uzkim kanalom razstavljen od otoka, koji zaprema Wales, Škotsku i Englezku. Sve, što je na tom otoku, svjedoči, da je komad njekadašnjega kopna: kamenje, od kojega je sastavljen, poredanje toga kamenja i smjer gorja svjedoči, da Anglesea pripada kopnu. Razmotrimo li pobliže morski kanal, koji Angleseu razstavlja od Walesa, uvjerit ćemo se, da se je silom utisnuo med pećine: ovamo i onamo iste i jednako poredane gore a sredinom urezan kanal, na kojem se jasno vidi, da ga je voda ili plazurski led izdubao. To je bez sumnje odsječen i odtrgnut otok. A nije li to i cielo Britansko otočje? Ovo je naime razstavljeno od Evropskoga kopna kanalom la Manche, na kojem ima jasnih dokaza, da su ga izdubli morski valovi. Dakako da je tomu trebalo, kao što smo već spomenuli, mnogo tisuća godina, dočim je n. pr. Novi Bessin u jednoj noći odtrgnut od Rujane.

Nadalje su nam za takove pojave živi svjedoci životinjski i bilinski sviet. Velika Britanska ima u cielom iste biline i životinje kao i bližnji dielovi Evrope, kao sjeverna Francuzka, Nizozemska i sjeverno-zapadna Njemačka. Budući da ima med timi bilinami i životinjami i takovih, koje ne bi mogle ni tako uzke ceste provaliti, kao što je kanal la Manche, pravom se zaključuje, da su njekoć ti otoci suvisili s Evropom, pak da je njekoć Velika Britanska bila Evropski poluotok. To vriedi za mnoge druge otoke, koji leže blizu kopna, te su nastali tako, da su se odtrgli od kopna. Tako je n. pr. veliki dio zadnjo-indijskoga otočja njekoć suvisio s Azijom, dočim nije bio skopčan s Australijom. Znade bo se, da je med otoci Baliem i Lombokom, Celebesom i Borneom duboki ponor na dnu morskom, koji je valjda već od vajkada granicom med Azijom i Australijom. Na sjevero-zapadu tomu ponoru iste su biline i životinje kao u Aziji, a na jugo-iztoku iste kao u Australije.

Kod nizkih obala ima otoka, koji su nastali naplavinami, te se s toga zovu po Kirchofu naplavljeni otoci. Na takovih se obalah nakuplja osobito mulj i piesak, koji nanose rieke s kopna, ili ga naslažu morski valovi. Već smo spomenuli kod obala takove naplavine, koje su imenito česte pred ušći velikih rieka, koje valjaju

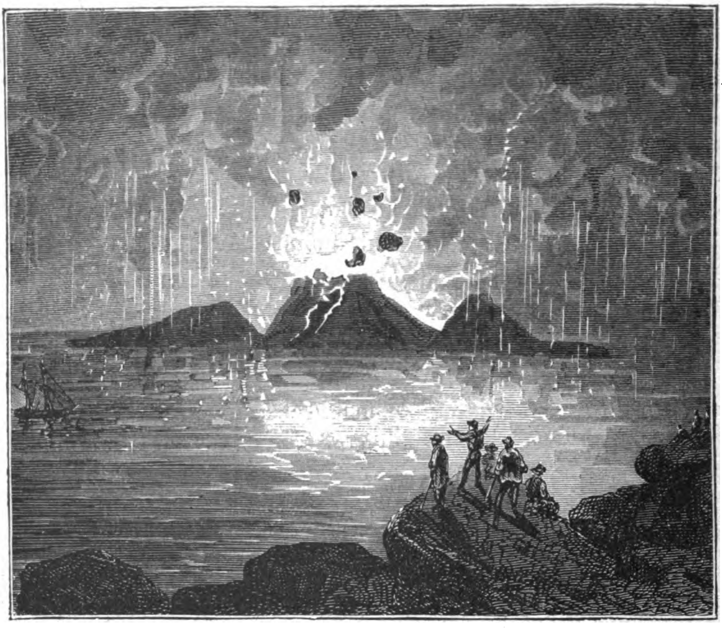
sa sobom mnogo blata i mulja. Otoci Usedom i Volinj jesu naplavljeni otoci, a takovi su otoci pred ušći Sibirskih rieka ili pak otoci u Misisipijevoj delti.

Niesu medjutim svi otoci, koji leže blizu kopna, postankom svojim vezani na kopna. Pogledamo li na zemljovidu Madagaskar ili Ceylon, na prvi mah bi svakako rekli, da su se odtrgli od od kopna i to Madagaskar od Afrike, a Ceylon od Prednje Indije. Nu tomu ipak nije tako. Na oba otoka ima bilina i životinja, kakovih ne ima na susjednih kopnih, pače nigdje na svietu. Te bi se biline i životinje bile bez sumnje razširile po susjednih kopnih, da su ti otoci ikada s njimi suvisili. Budući da ti otoci, premda su med sobom znatno udaljeni, imadu slične biline i životinje, drže mnogi u novije vrieme sliedeć Sclatera, da su ta dva otoka s još njekojimi Indijskimi otoci preostatci ogromnoga arhipela ili pače kopna („Lemuria“), koje da se je njekoć prostiralo od Madagaskara do Ceylona. Isto tako drže Novu Selandiju i Novu Kaledoniju preostatci njekadašnjih kopna. Takove otoke zovu mnogi svjetskimi otoci.

Otoci udaljeni od kopna sred morske pučine zovu se oceanski otoci. Oni niesu u nikakovom neposrednom dodiru s kopnom. Obično su nanizani u čitave redove ili pak tvore otočja, dočim su riedko osamljeni. Nizovi otoka prostiru se ponajviše u spodobi luka, koji je obično otvoren prema kopnom. Peschel razlikuje tri skupine oceanskih otoka, i to: 1. mlade otoke, koji su sagradjeni od koralja, nizki, i siromašni bilinami i životinjami; ovamo idu atoli Južnoga mora i Indijskoga oceana; 2. mlade otoke vulkanskoga podrietla, koji su kano visoki otoci bogatiji organičkim životom nego li nizki atoli; amo se broje Sv. Pavao, Marijani, Novi Amsterdam itd.; 3. stare vulkanske otoke, koje su bilinstvom i životinjstvom još bogatiji od prijašnjih ter imadu bilina i životinja, koje su već davno izumrle na kopnih; ovamo ide Madeira, Ascenzion, Sv. Helena, Bourbon, Mauritius i Galapagos otočje pod ekvatorom. Posljednje dvie vrsti možemo nazvati visokimi otoci, a prvu vrst nizkimi otoci.

Visoki su oceanski otoci izključivo vulkanskoga podrietla. Oni se dižu ponajviše strmo iz velikih dubljina morskih, zapremaju obično malu površinu, ter zatvaraju gdjekada unutrašnju jezersku kotlinu, koja je u savezu s morem, manje više širokim kanalom. Sv. Pavao u Indijskom oceanu je zgodan primjer takove vrsti otoka. Taj se otok vrlo strmo diže kao vulkansko rigalo. Na iztočnoj strani, gdje su mu već stiene porušene, prodiru u unutrašnjost morski va-

lovi. Mornarom je gotovo nepristupan, te se pričinja posve golim bez ikakva drveća. Samo kadkada čuje se kroz šum valova jadno urlikanje tulanja i užasno ručanje grivastoga sivuća, kad se iz mora na žal morski popinje. Sa stiena rigala dižu se u vis pare poput oblaka; s unutrašnje strane stiene prostiru se vrući izvori. Kad je g. 1696. Vlaming odkrio taj otok, niesu mu još bile porušene stiene s iztočne strane, to se valjada tek g. 1793. dogodilo. Bilinstvo je na tom otoku posve kržljavo, samo ima nješto trave i lišaja, a šumsko drveće i voćke ne mogu uspievati. Duž južno-zapadne obale opominju



Sl. 16. Novi vulkan na otoku Santorinu (god. 1866).

te pusti i grozni bez rašća čunji vulkanskoga pepela na podzemske sile. Kao što flora isto je tako i fauna kukavna. Tuj živu samo njeki četveronožci a i ti su, kao svinje i koze, amo naseljeni.

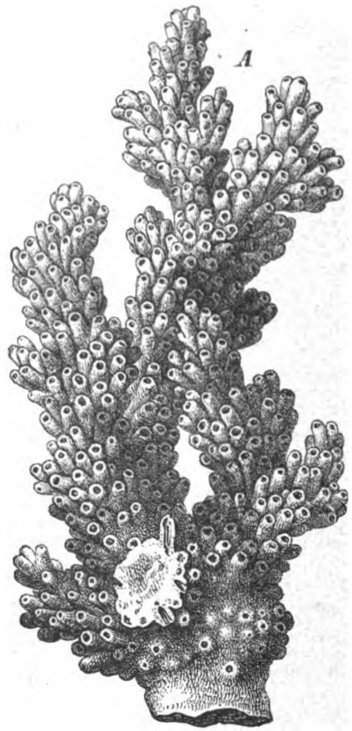
Većina vulkanskih otoka jest nalik na čunj, koji je zaokružen na okolo pećinjastim bedemom. Gdjekada je takav gorski obkop na više mjestâ razderan. Za to je zgodan primjer otok Santorin (Thera) u Egejskom moru, akoprem nije strogo uzevši oceanski otok. (Sl. 16). Santorin, danas razdrti otok, sigurno bedem ogromnoga rigala, na više je mjesta porušen bud od valova morskih bud

pak od potresa. Te provale padaju u predpovjestno doba, barem se ne da ni po čem slutiti, da bi se imala Therazija ili Apronizi razumievati u izvještaju Plinijevu, po kojem je četvrte godine za 135. Olympijade kod Santorina imao nastati novi otok. Tim je sigurnije, da su se kašnje u unutrašnjosti staroga rigala tri otočne hridi podigle. Prva je nastala po pripoviedanju Plutarhovu g. 570. poslije sagradjenja Rima (183 pr. Is.). Sedamnaest i pol stoljeća kašnje podigla se je druga hrid, te su se do g. 1650. neprestano ponavljale provale vulkanske, ali treći se otok još nije bio pojavio. God. 1707. opazio se dne 18. i 22. svibnja slabi potres na Santorinu, a sliedećega dana vidjevao se med prvim i drugim otočićem njekakav tamniji predmet kao podrtina od broda. Mornari, koji su se onamo odputili, donieše vrativši se začudjenim žiteljem glas, da se je podigla pećina iz mora i to na mjestu, gdje je bilo more njekoliko stotina metara duboko. Otok se je na očigled sve više dizao iz mora, te su još na pećinah visile oštrige. Dne 13. lipnja dizao se nad morem za 25 metara a u objamu je zapremao 1 km.; dva dana kašnje opazilo se, da je voda oko otoka znatno ugrijana, što se prije nije osjetilo. Sliedećih se dana podignuo čitav niz tamnih pećina nad površje morsko, a zatim se čula vrlo jaka podmorska tutnjava. Napokon sačinjavale su pećine suvislu cjelinu, jedan je krater rigao pepeo i razžareno kamenje. Objam se je toga otoka sve više širio, napokon je zapremao malo ne 10 km. Kašnje je bilo kod Santorina još vulkanskih provala g. 1768. i napokon g. 1866. kad su se opet nove pećine pomolile iz mora.

Dočim su veći kao i manji visoki otoci postali naglo djelovanjem prirodnih sila, nastaju maleni nizki otoci polagano i postupno djelatnošću neznatnih životinjica. Ove izlučuju vapno, koje koraljnikom zovemo; od mnogo naslaganih koraljnika postaju napokon koraljni otoci. Grade ih pako samo takovi koralji, koji živu na kupu u velikih kolonijah. U svakom koraljniku, kao što nam pokazuje sl. 17., nalaze se male stanice, med sobom zvjezdolikimi pretinci razstavljene. Takova je stanica sa svojimi pretinci stan pojedinomu koralju. Neprestanim rastom i razplodom razgrane se brzo i nagomilaju koraljnici, pak nastane tako zvana kolonija koralja. Gdje na kupu mnogo koralja stanuje, mogu velike gradjevine podići, koje su grebenastoga oblika te se i zovu grebeni. Koralji se takovi zovu grebene gradeći koralji za razliku od onih, koji ponajviše osamljeni živu, ter niesu tako znameniti graditelji već s toga, što se slabo razplodjuju. Ko-

ralji gradeći koraljnike idu u red zvjezduša (Madrepori) i ovim srodne vrsti.

Budući da su spomenute životinjice stanovnici morski, posve je naravno, da grade pod površjem morskim, ali pita se. kako te životinjice, koje zbog nježnosti svoga ustroja ne mogu podnipošto izvan vode živjeti, ipak grade koraljne otoke? Ta koraljni otoci strše 1—2 često i 3—4 metra iz mora; dapače oni, koji su na podignutom



Sl. 17. Koraljnik.

morskom dnu, dižu kadkada svoje grebenaste glavice do 100 i više metara (Hervey-otoci) nad lice morsko, dočim koralji poginu, ako samo za milimetar vire iz mora. Ovi trebaju za svoj život nuždno vode, t. j. ako ih ne pokriva, da ih barem okružuje ili nakvašuje. Da vidimo dakle, kako su oni ipak graditelji otoka! Grebeni, koje te životinje grade, kao što je posve naravno, kod koraljnika zubati su i uglati; udarajuć o njih valovi razbiju ih i zdrobe te ih kao piesak

ili mulj naslažu ili ih onakove, kao što jesu, nabacaju na tlo t. j. na površinu grebena. Po tom dakle valovi morski nastavljaju nad licem morskim posao koralja, koji su ovi pod površjem morskim izveli. U ostalom ima i drugih morskih životinjica, koje baš ne moraju u vodi živjeti, već je dosta, da su kadkada samo nakvašene: ovamo idu njeki ljušturaši, puževi i druge sitne životinjice, koje kao kakva mahovina prevuku koraljnik, te se onda daleko oko grebena pod morem šire. Valovi dakle morski u zajednici s timi životinjicami grade polagano takove koraljne otoke. Dakako da se ne da tačno opredieliti, na koliko je takav otok djelo valova, a na koliko opet djelo tih životinjica. Valovi grade više nad morem, a životinjice pod morem. Koraljnici su svakako gradivo valovom, koji grade otoke nad licem morskim.

Njeki putopisci ne smažu dosta rieči, da što ljepše i poetičnije prikažu koraljne tvorine. Oni pripoviedaju, da su koralji veoma živih boja, i prekrasnih cvieću sličnih oblika. „Ako takav greben sa živimi koralji vidiš, kao da si prekrasno cvatuću livadu ugledao. Tu obsjenu povećava još i to, što vidiš, kako razni gusjenicam slični morski crvi opasuju žive koraljeve cvietke, dočim se šarene ribe poput leptira tud potucaju i praćakaju“. Po mnienju Dr. Ratzela jesu u istinu ti koraljni otoci ipak više prozaični. On drži, da se koraljni greben ne može sa dobro obdjelanom cvatućom bašćom ili pak bujnom livadom prispodobiti, već sa prostranim poljem, gdje se izmjenjuju pusti komadi sa bujnim cviećem i mršavimi travišti. Po njegovu se mnienju koralji još zgodnije dadu prispodobiti sa prašumom, gdje preostatci onoga istoga drveća, od kojega ona sastoji, čine ujedno njezino tlo, koje nije ništa drugo već bivša šuma! Tako rastu i uspievaju koralji na ostatcih prijašnjih koralja. Kao što drveće prašume iz truhlina svojih predšastnika dobiva svoju hranu, tako davaju propadajući koraljnici onim, koji postaju, gradivo za gradnju.

Oblik i veličina koraljnih otoka je izvanjski veoma raznolika. Sve vrsti grebena i otoka, koji su sagradjeni od koralja, slažu se u glavnom, pak je svaki koraljni otok s početka bio samo greben. Po tom potječu raznolikosti samo s izvanjskih uzroka, jer koralji grade koraljnike uviek i svuda na jednaki način. Kad se oni naime nasele kraj obale kopna ili otoka, množe se i nakupljaju u stanovitoj dubljini veoma naglo. Tako je Dr. Forres položio na iztočnoj obali Madagaskara 20 koralja u more $^1/_2$ metra duboko, pak su oni od prosinca do srpnja narasli do površja morskoga. Na komadih njeke potonule ladje, koja se razbila u Perzijskom zaljevu, načinili su koralji za

20 mjeseci $^2/_3$ met. debelu koru. Spomenuti slučaji svjedoče jasno, kako znadu pod povoljnimi prilikami koralji naglo narasti, te je moguće, da tekom više decenija podignu jake zidovi od koraljnika od morskoga dna do površja.

Koraljni grebeni uz obale, od kojih ih posve uzki dio mora razstavlja, zovu se obalni grebeni. Ovi se već iz daleka razpoznavaju po bielih valovih, koji o njih udaraju; oni ne vire ili tek posve malo iznad morskoga površja, a plovitba je u morih, koja obiluju takovimi grebeni, veoma pogibeljna. Gdjekada razstavlja grebene 10—20 km. široki kanal od obala, pak se onda zovu nasipni grebeni ili lagunski grebeni. Takav je kanal ili laguna često plitka i puna nebrojenih malenih grebena, a znade biti kadšto takodjer i dukoka 30—35 metara. Na njekih su mjestih u takovoj laguni najbolja sidrišta zbog mirne vode i čvrstoga dna. Ovakovi su grebeni kadkada na više mjestâ prekinuti. Gledamo li n. pr. na zemljovidu Novokaledonski nasipni greben, kako se u duljini od 750 km. uzduž toga otoka prostire, ne treba misliti, da je to neprekidni zid koraljnih grebena, već sastavljaju taj nasipni greben mnogobrojne grede ovdje po više metara suvisle, ondje opet prekinute, sad više sad opet niže. Vanjska je strana tih grebena pristupnija morskim valovom i s toga mnogo više razderana nego li unutrašnja.

To su eto ti zanimljivi koraljni grebeni. Kao što smo vidjeli, njihov postanak nije nimalo tajinstven, nije nikakva zagonetka; oni su obične narasle ustrojne (organičke) tvorine kao n. pr. tresetišta ili oštrižišta.

Nu ima u svih toplih morih imenito pak u Velikom oceanu a i u Indijskom i Atlantskom oceanu otoka, koji niesu mogli na spomenuti način postati i to s toga, jer su kolutasti t. j. imadu oblik prstena, a znade se, da se koralji ne nakupljaju u okrug. To su tako zvani atoli, upravo tipični koraljni otoci. A odakle im okrugli oblik? Njekoć se držalo, da su smješteni na rubu vulkanskih rigala. Istina je doduše, da ima mnogo vulkanskih gora, koje imadu na svojih vrhovih okrugla ili eliptična rigala, ali ih ipak ne ima toliko i tako duboko pod morem, takova oblika i veličine, kao što bi morali biti, da protumačimo sve atole. K tomu bi morali to biti izumrli i ugasli vulkani, jer bi inače prva provala uništila tu tegotnu gradnju malenih životinjica. Kako su dakle postali atoli? Podjimo opet do koraljnih grebena, pak će nam oni protumačiti postanak atola. Uz njeke otoke, koji, kao što smo vidjeli, ne sastoje od koralja, ima ipak obalnih grebena kao i nasipnih ili lagunskih grebena. Danas

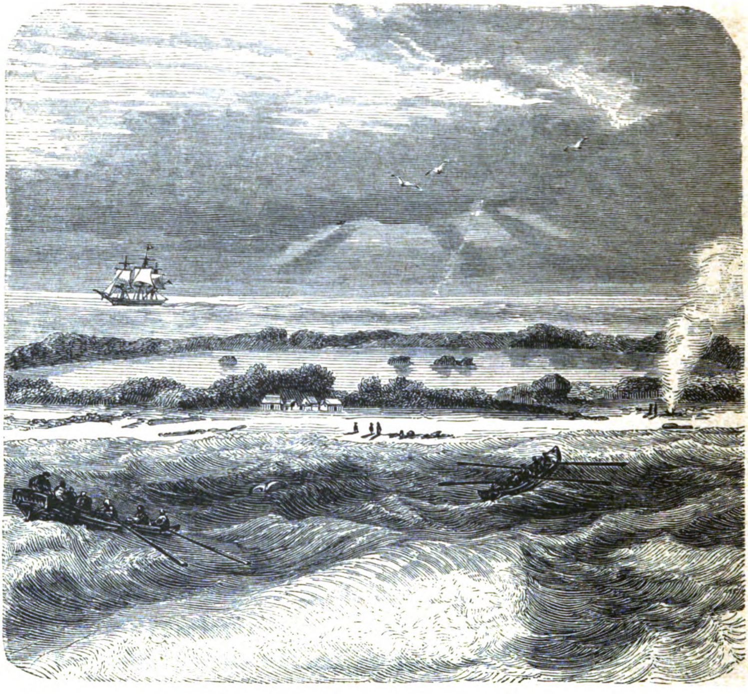
se po Darwinu drži, da se spuštanjem i slegavanjem tla od obalnih razviše nasipni grebeni a od ovih nastadoše atoli. Pokušajmo to protumačiti.

Koralji se najjače plode i rastu na izvanjskoj strani grebena. Uzmimo, da se otok po malo spušta t. j. da propada, to će se koralji tim većma množiti, čim se otok više spušta. Recimo da su koralji upravo došli do površja morskoga, to onda ne mogu dalje graditi; spadne li medjutim otok u 20 god. za nekoliko cmt., mogoše oni u to vrieme za toliko cmt. svoje koraljnike više podići. Tako se može to nastaviti, dok napokon otoka ne stane, dočim je greben okružujuć njekoć otok preostao ili kao prsten ili pak raztrgan i prekinut. Nu ima koraljnih otoka i grebena, koji duboko pod morsko lice sežu, možda preko 2000 met. A kako su postali ti otoci, kad znademo, da koralji u većoj dubljini od 35 m. ne mogu živjeti u moru. Nije ondje samo toplina manja, koju trebaju koralji za život, već je i tlak vode jači, a i kemijski se sastav vode mienja u morskih dubljinah. Napokon ima možda i nam nepoznatih uzroka, s kojih ne mogu koralji u većih dubljinah živjeti. Razni iztraživaoci opredielili su dubljinu morsku, do koje dopiru koralji sa 10·8 m. (Ehrenberg u Crvenom moru), sa 18 m. (Agassiz u Florida otočju), sa 27 m. (Portalés na istom mjestu) i sa 45 m. (Kotzebue u Maršalskom otočju). Prema tim iztraživanjem može se sa Darwinom kao popriečna granica uzeti 36 m. kao krajnja dubljina, do koje živu koralji u moru. Po tom je posve jasno, da se koraljne gradjevine do 1000 met. dubljine mogu samo tako protumačiti, da su se postupno spuštale u morske dubljine, dočim su u vis rasle.

Ponajprije okružuju otok posve blizi obalni grebeni. Kad zatim otok počinje padati, dočim ujedno grebeni rastu, postaju polagano nasipni grebeni, jer se sve više i više širi laguna med otokom i grebeni. Spusti li se otok još dublje, to preostane od otoka još samo kakova hrid ili greda posred daleke grebeni okružene morske površine; napokon nestane i te hridi, te grebeni zatvaraju kao kolutasti otok mirnu, zaokruženu morsku vodu: tada je atol gotov. Treba samo pogledati na koje veće otočje, pak ćemo svuda naći, kako su na spomenuti način od obalnih grebena preko lagunskih grebena postali kolutasti otoci ili atoli.

Već sam postanak atola nam kaže, da su ti koraljni otoci poput koraljnih grebena vrlo raznoliki oblikom i veličinom svojom. Njekoji su podpuno zatvoreni prsteni (Sl. 18.), drugi opet sastoje od mnogo grebena, poredanih u okrug; ima ih na dalje oblika nalik na elipsu

ili u polukrugu ili pak u spodobi podkove. Dapače imade i dvostrukih atola, gdje su se dva atola u jedno slila. Na drugom ćemo mjestu o tom govoriti, kako uspievaju biline i životinje a i ljudi na koraljnih otocih. Ovdje ćemo samo spomenuti, da je kokosova paoma najobičnija i najznamenitija bilina na atolih. Ta je biljka i za fizionomiju atola upravo značajna. Bez nje bilo bi te otoke, koji vire do 4 metra nad licem morskim, težko opaziti i iz blizine. Vrhovi se paoma vide na daleko i upravo su oni dali povod pričam o čarobnih



Sl. 18. Koraljni otok Whitsunday u velikom oceanu.

plivajućih otocih posred oceana. Pa i u istinu se pričinja, kano da plivaju atoli sa svojimi paomami na visokom moru.

Zanimljivo je, kako su koraljni otoci porazdieljeni po nepreglednih morih. Budući da koralji, graditelji tih otoka, živu u obće samo u toploj vodi barem 20⁰ C., to su dakako polutnički priedjeli njihova naravna domovina. Medju njihovu obitavalištu na sjeveru i na jugu ekvatoru označuju dvie crte, koje razstavljaju od hladnijih dielova mora, ono more, gdje nije na površju nikada hladnije od 20⁰ C. Njeki zovu te crte „izokrime“. Te crte niesu uzporednice, jer zbog morskih

struja dopiru u njekih morih dalje na sjever i na jug, nego li u drugih. Tako dopiru u Antlantskom oceanu na Američkoj obali do 26° sjev. šir. i 22° juž. šir., a na Afričkoj obali do 10° sjev. šir. i 5° j. šir., u Velikom oceanu idu na Azijskoj strani do 15° sjev. šir. i 20° j. šir., a na Američkoj strani do 21° sjev. šir. i 4° juž. šir. Napokon dopiru u Indijskom oceanu do 29° sjev. šir. (Crveno more).

Najviše koraljnih otoka i grebena ima u Tihom oceanu, gdje ih od Uzkrsnoga otoka do Nove Guineje ima na hiljade. Najznamenitiji su otoci Taumotu ili Nizki otoci (80 koraljnih otoka), zatim Havajski Gilbertovi, Maršalovi i Karolinski otoci, koji su izključivo koraljne tvorine. Bogati su koraljnimi grebeni i pojedinimi koraljnimi otoci Fidži, Samoa, Luiziadi i Družtveni otoci. Ogromni grebeni okružuju Novu Kaledoniju, Sjevernu Australiju i Novu Guineju. U Indijskom oceanu spadaju ovamo Maledivi, Lakadivi, Amiranti, kao i Komori i Sejšeli. U Atlantskom su oceanu znameniti u tom pogledu južni dielovi Floride, Bahamski otoci i Abrolhof greben. Evropa leži danas izvan granice koralja, nu u prijašnja doba bilo je tu ogromnih grebena, kojim ima tragova i danas u Franačkoj Juri i u gori Rauhe Alp.

Premda otoci svojom površinom izčezavaju pred ogromnimi prostorijami, koje zapremaju kopna, ipak su za život zemlje veoma znameniti. Budući da su sa sviju strana obljeveni vodom, ne ima na njih prevelike suše niti pustinja, kojim se ne može oteti unutrašnjost ogromnih kontinenta. Oni imadu većinom vlažno podneblje, pak se može uztvrditi, da razmjerno blago podneblje Islandije pače i Spitzberga prema položaju u ledenom pojasu potječe odatle, što su spomenuti priedjeli otoci. Da su na njihovu mjestu kopna ma samo deset puta prostranija, ne bi imali toli blago podneblje. Otoci su svojim položajem otvoreni morskim strujam i morskim vjetrovom, koji takodjer povoljno djeluju na podneblje. Obilje vlage, morske i vjetrene struje te mnoge kiše vanredno pospješuju plodnost otoka. Nije dakle slučajno, što su otoci Kuba i Java razmjerno najplodonosnija područja vrućega pojasa. Još je znamenitija osamljenost otoka. Teorija o postojanju raznih vrsti bilina i životinja uči, da novim vrstim do podpuna razvitka upravo prija osamljenost, kao što i novim rodovom kulturnih bilina i životinja. Slobodnim i neograničenim miešanjem raznih vrsti bilina i životinja gube se njihovi posebni biljezi. Otoci su upravo zbog svoje osamljenosti bogati raznolikimi i posebnimi vrstmi životinja. Tako ima n. pr. svaki otok na Galapagos otočju u južnoj Americi svoje vrsti ptica, a sama Zapadna Indija ima toliko puževa kao Evropa.

Gotovo isto vriedi i o ljudih na otocih. Kolika li je raznolikost med plemeni i narodi na Azijskih otocih, prispodobe li se sa veličanstvenom jednoličnošću Mongolskoga roda u sjevernoj i središnjoj Aziji! A kako se razlikuju Englezi i Japanci od susjednih kontinentalnih naroda! O tom se neda sumnjati, da otoci primiču raznolikost i osebujnost živućih stvorova, jer ih ovamo na razmjerno malenu prostoru na okupu drže, onamo opet prieče miešanje sa bići druge vrsti. Po tom živu, da govorimo o ljudih na otocih, posebni i posve odieljeni narodi, koji su dovoljno u svjetskoj poviesti poznati. Biline i životinje nalaze na dalje na otocih zbog njihove osamljenosti sigurna zakloništa; s toga ima gotovo na svih većih otocih bilina i životinja takove vrsti, koje su već davno izumrle na kopnu. Tako imade u Australiji tobolčara, na Madagaskaru posebne vrsti plazavaca, a na Madeiri prastarih bilina. Ili ne ima li Nova Selandija, Nova Guineja ili Sunda otočje posve osebujne biline i životinje? Niesu li se i ljudi okoristili osamljenim položajem otoka? Niesu li se stari jezik, vjera, uredbe i običaji održali na otocih dulje nego li na kopnu? Kao što je Ceylon posljednje utočište iz Indije protjeranoj vjeri Budinoj, tako je Islandija posljednji zaklon pogansko-germanskoga života i vjere, a u Japanu su onomadne naišli na predpovjestne vjerske spise, pisane na sanskritskom jeziku, na koji se već i u njihovoj domovini u Indiji davno zaboravilo. Na Rujani se je najdulje održalo staro Slovjensko poganstvo, na otocih pak u Kanalu ima uredaba i običaja, kojih je već nestalo u Englezkoj i u Normandiji. Na dalje je zaklonjen položaj otoka uzrokom, da su se upravo na otocih podigli mnogi trgovački gradovi i trgovačke naselbine. Stari su Feničani gotovo sve svoje trgovačke postaje osnivali na otocih (Tyrus, Sidon, Gades, Malaga) a isto tako rade i danas Evropljani u stranih kontinentih (Newyork, Singapur, Hongkong itd.) Napokon utječu otoci veoma na napredak čovječanstva time, što znamenito promiču brodarstvo i obćenje med narodi. U tom je pogledu veoma važno, što su mnogi otoci na okupu i što imadu veoma zgodne luke. Zbog spomenutih prednosti otoka ima Englezka i dan danas svoje prvenstvo na moru zahvaliti svomu otočnomu položaju, a uzdržaje to prvenstvo time, što ima gotovo po svih morih upravo one otoke u svojih ruku, koji su svojim položajem najznamenitiji.

X.

Nizine.

Razdioba tla po osovnoj razgrani. — Gdje su najviše nizine. — Neizmjerna kontinentalna nizina. — Obćeniti pogled na nizine. — Jedne su nizine osušeno morsko tlo, a druge su nastale taloženjem mulja i naplavinami velikih rieka. — Znamenitost ovih po kulturu a jednoličnost onih. — Francuzki „Landes“. — Sjeverno-njemačka nizina sa svojimi ledinami. — Ugarske puste. — Ruske stepi. — Tundra. — Pustarski pojas. — Sahara i njezini nastavci na iztoku. — Nizine i pustinje u Americi i Australiji. — Potonine.

Zemaljsko površje nije tako ravno, kao što je morsko lice, već ima razne oblike i to počevši od tla, koje je još niže od morskoga lica, — depresije, potonine — ća do onih gorskih gorostasa, koje pokriva vjekoviti snieg i led. Poprieko diele se svi oblici uzvisitosti kopna na nizinu i visočinu. Ravno tlo, koje ne prelazi 300 met. absolutne visine (visina nad morskim licem), zove se nizina; tlo pak, koje je više, broji se med visočine. Ta je razdioba u ostalom više teoretička, kao što ćemo u sliedećem poglavju razložiti. Nizine su najvećim dielom tvorbe mladje i najmladje formacije, ter sastoje ponajviše od pieska, kršja i ilovače. One su često pokrite korom od soli, ili su pak močvarne i pune creta i treseta.

Od svega kopna na zemlji ide po prilici polovica na nizine, a druga polovica na visočine. To je vrlo povoljno, ako pomislimo, kako nizko tlo, imenito u viših zemljopisnih širinah, prija gustoći žiteljstva. A upravo 50° uzporedniku na sjeveru ima najviše nizina. Njeki zemljopisci zovu tu suvislu nizinu, koja se na sjeveru Evropom, Azijom i Amerikom od Atlantskoga oceana do Pacifičkih visočina i do sjevernoga ledenoga mora prostire, kontinentalnom (koprenom) nizinom, prema raztresenim unutrašnjim nizinam pojedinih dielova svieta. Azija ima jednu trećinu nizine, a dvie trećine visočine, Evropa pak obratno dvie trećine nizine i jednu trećinu visočine. Južna Amerika ima polovicu nizine a polovicu visočine, sjeverna je pak Amerika nješto većom polovicom visočina. Afrika i Australija niesu u tom pogledu posve tačno izpitane.

Nizine su i ravnice najjednoličniji dielovi zemaljskoga površja. Vodoravno ili samo neznatno položeno tlo ne prija vodi tekućici; tuj se na daleko širi isto rašće ili jednaka neplodnost. Uzprkos toj jednoličnosti nizina vriedni su spomena mnogi pojavi zbog svoje jednostavnosti i pravilnosti. Na većini nizina opaža se još njekadašnja djelatnost oceana ili unutrašnjih mora, koja su ih do nedavna pokrivala. Te su nizine osušeno morsko tlo, koje nas još i danas svojom jednoličnošću opominje na neizmjerne morske plohe tvoreći jake opreke prema visočinam ili gorjem, koja ih okružuju. Njeke opet nizine natapaju potoci i rieke; ove je tekućica raznovrstno preobrazila, te su zbog plodnoga tla, koje se je nagomilalo taloženjem mulja i naplavinami rieka, obično pokrite velikimi šumami. Takove nizine niesu nalične na morske plohe, osim ako ih možda gledamo s visokoga briega tako, da gusta šuma izgleda kao morsko valovlje. Kad se još k tomu na takvoj nizini ljudi stalno nasele, da si podignu prebivalište, koje obrade, razvije se tamo veća raznolikost, te po malo zatre svaki trag prvobitnoj jednoličnosti. Takove su nizine postale središta čovječje djelatnosti i stjecišta kulture. Prve države u poviesti svieta nastadoše na takovih nizinah. Egipat, Mesopotamija, Indija i Kitaj znamenite su u poviesti zbog svojih riečnih nizina. Takove su nizine poznate takodjer kao bojišta, na kojih se je odlučivala sudbina naroda i gdje je najviše proteklo ljudske krvi. Takovo je bojište tečajem viekova bila Lombardska nizina u sjevernoj Italiji, a Belgiju upravo poradi toga zovu sjevernom Lombardijom.

Najbolje su svoje prvobitno obličje zadržale one nizine, koje su s nestašice kiše ili pak zbog posve ravna tla slabo ili nikako natopljene vodom. Takove su nizine, negledeć dakako na vapnene nizine, većim dielom pustinje. Velik broj ogromnih nizina šlaže se doista sa pustinjami. Zapadni i iztočni dielovi Sahare, Nefud u Arabiji, stepi Kaspijskoga mora kao i Aralskoga i Balkaškoga jezera zatim Sibirske-tundre idu upravo tako u red najprostranijih nizina kao i med najveće pustinje na zemlji.

Sve gole i bez drvlja površine slične su svojom jednoličnošću. Na takih nam ravnicah pruža kao i na moru već sam pogled na obzor jasan dokaz, da je zemlja okrugla. Makar da očima bez zapreke daleko lutamo preko gole plohe ili preko zelenoga bilinskoga ćilima, ne vidimo ipak niti drveća niti podnožja gorskih, koja se na skrajnjem rubu ravnice dižu, jer je zemlja krivuljasta. S početka vidimo samo vrhove brežuljaka i krošnje drveća, a tek malo po malo, što se više približujemo, pomaljaju se gorski obronci i debla drveća,

kao što na morskoj pučini razlikujemo trup ladje tek dugo iza kako smo vidjeli jarbole i jedra. Kao što na oceanu, postaje i na nepreglednoj nizini sve vrednijim i milijim nebeski svod, na koji se inače u bogatih zemljah i velikih gradovih riedko pogleda. Nepregledna jednolična ploha diže se prema obzorju na sve strane, te ne ima na svom bezkonačnom prostoru nigdje ništa, što bi čovjeka moglo zanimati. Nad njom se pak uzvija veličanstveni nebeski svod sa svojimi svjetli i sjenami, sa bojami, koje se postupno mienjaju od najtamnije modrine do najjačega rumenila, sa svojimi oblaci, koji se natjeravaju razilazeći se i sakupljajući ovamo u duge prozirne pruge onamo opet u tmaste i sive rpe. Kadšto kad sunčani traci okružujuć nepregledne plohe nejednako zrak ugriju, pričinjaju se udaljeni predmeti sad izkrivljeni, sad raztegnuti ili okrenuti, sad se udaljuju, sad se opet sbližuju, radjajući na taj način one fantastičke obsjene, koje su njekoć držali za djelo nečistih duhova.

Makar da su sve te pustinje neizmjernom udaljenošću horizonta kao i pojavi zračišta jednake, to nam se ipak vrlo raznolikimi prikazuju, ako motrimo geoložki sastav tla, popriečnu toplotu, izmjenu godišnjih doba, pravac vjetrova, oborinu i ostale prirodne odnošaje. Ima li takova nizina tlo od gline, onda je čvrsto i tvrdo poput gumna; ako je vapneno, to je amo tamo jarugami presječeno; ako je pak od pieska, onda ga vitlaju vjetrovi poput valova morskih. Na njekih nizinah ne ima nikakvoga rašća, na drugih pak rastu amo tamo pojedine biljke, sve iste vrsti, tako da možeš čitave dane putovati, a da ne vidiš druge vrsti bilina. Većina nizina ima doduše nješto bujniju i raznovrstniju floru (cvjetanu), ali uza sve to dvie tri najobičnije biljke na tih neizmjernih prostorih podavaju pustari ili stepi posve posebno lice. Pojedine su napokon tih nizina za njeko vrieme, kad kiša pada, ili gotovo ciele godine krasno zelene, ružami posute livade i plohe, koje čovjek lako obradjuje.

Pošto smo tako progovorili u obće o nizinah, obidjimo sada svih pet kopna i navedimo pojedine znatnije nizine. Počnimo s Evropom. Zbog obilne oborine, koju nose morski vjetrovi, ne ima na malenih pustarskih priedjelih zapadne Evrope strahota Saharskih ili Arabskoga Nefuda. Najpoznatije su med njimi tako zvani „Landes“ ili pustopoljine Gascognske u Francuzkoj. Njekoć ih je pokrivao ocean, a danas su poprieko visoke oko 50—60 metara, ter su položite na sjevero-iztoku prema rieci Girondi ili Garonni, na zapadu prema obalnim lagunom, a na jugu prema rieci Adouri. Landes su tako jednolični, da je na dugom putu od 45 km. željez-

nička pruga med Lamothom i Labouheyrom na liniji Bordeaux-Bayone skroz upravna kao kakav vidljivi meridijan (podnevnik). Drač, raznoliko korienje, trave, mahovine izpunjuju te nepregledne plohe. Sitni piesak, koji pokriva Landes, sive je boje od bilinskih primjesa. Zbog tvrda tla, „alios“ zvana, ostala bi voda za kiše na „Landes“ poput nepreglednih močvara, da niesu na više mjesta provedeni prokopi, kojimi se odvodi u potoke i u lagune. Na mjestih, gdje ipak slabo voda odtječe, običavaju tamošnji ovčari na hoduljah kadkada i metar visokih svoja stada čuvati. U tom pogledu ne imaju „Landescots“ premaca na zemlji. U novije se vrieme mnogo učinilo, da se ti plodni krajevi obrade. Pojedinci i obćine se upravo natječu, da ih zasade omorikom i plutkom, pak je već do sada veliki dio njekadanjih „Landes“ pretvoren u šume i polja. Samo gdjegdje se još i danas vidi, kako je taj cieli priedjel od Bordoških vinograda do prigorja Pirenejskoga njekoć pust bio.

Najveći dio zapadno-evropskih priedjela, koji su njekoć bili pod morem, te su zadržali jednoličnost morskoga tla, već su davno obradjeni. Ovamo idu nizine njekadašnjega Poitouskoga zaljeva, Flandrijske drage, najveći dio Nizozemske, Iztočne Frizije, Jutske i polabskih vojvodina. Ali u unutrašnjosti tih zemalja nalazi se amo tamo tratinâ naličnih na Gascognu.

Najviše su se razširile pustopoljine i ledine po Holandiji i sjevernoj Njemačkoj. U Holandiji zaprema piesak i cret jednu trećinu zemlje, pak ti neobradjeni priedjeli čine neobičnu opreku prema bogatim „Polders“ i plodnim polojem na obali. Prostranu sjeverno-njemačku nizinu razstavlja srednja i dolnja Laba na dvie česti, koje se u mnogom razlikuju. Širu, iztočnu čest presiecaju dva povora, koja dolaze s iztoka iz velike Slovjenske nizine, te se sastaju kod Lüneburžke ledine. Sjeverni dio te iztočne nizine zove se sjeverno-Njemačka jezerska ravan, zbog mnogobrojnih jezera, koja se sad pojedina sad opet u čitavom nizu prostiru; najmnogobrojnija i najveća su u iztočnoj Pruskoj i Meklenburžkoj. U obće je Njemačka nizina prilično vodom natopljena. U njekih su priedjelih žitelji zbog obilja vode prisiljeni obćiti med sobom jedino na vodi. U tom se pogledu imenito iztiče priedjel Sprevine šume (Spreewalda). Tuj se raztječe rieka, ne imajući zbog ravna tla kamo da teče, na mnoge rukave, protječe poput mreže na sve strane šumovitu okolicu, tvoreći njeke vrsti naravni prokopni sustav, tako da se u ovom cielom kraju ne mogu upotrebljavati kola, kojih u ostalom niti ne treba. Ovdje se obći najveći dio godine na malenih čamcih: na njih lovi ribar ribu,

na njih vodi seljak blago na pašu i vozi sieno kući, na njih ide mladež u školu, a domari u crkvu, na njih napokon i isti lovac potihano plovеć prisluškuje i uhodi za divljači, koje ima u izobilju.

U zapadno-njemačkoj nizini ne ima niti povora niti jezera ali zato ima visoko ležećih pustopoljina i na daleko razgranjenih cretišta. U ovih posljednjih imenito prema Nizozemskoj medji prikazuje se nepokvarena priroda u svojoj pravoj veličini. Ovuda je u njekom smislu pustinja Njemačke. Ima mjesta, gdje ne vidiš ni drveća, ni grmlja, — nigdje nikakve kućarice; neizmjerna ravan kao stol, a obzor kao na moru čista kružnica. Takav je prizor na kopnu veličanstven i kadar, kao što Humboldt kaže, jednako kao što i na bezkrajnom moru napuniti srce čuvstvom neizmjernosti i podići čovjeka u nebeske vedrine pred priestolje Svemogućega. U naše doba su ta nepregledna cretišta pretvorena u polja i livade i to koje izpaljivanjem, koje pak odvažanjem treseta.

Ledinam i cretištam sjeverne Njemačke nalične su Englezke, Skotske i Irske pustopoljine, dočim se od njih znamenito razlikuju imenito u pogledu rašća prostrana tresetišta Ugarske i srednje Ruske. Ovo su nepregledne plohe, koje ako svojom jednoličnošću i ne zaostaju za onimi ledinami, ipak je pogled na njih mnogo milotniji, ljepši i prijatniji imenito za cvatnje. Magjarska pusta, koju je tako krasno Petöfi pjevao, kotlina je njekadašnjega jezera, koje s jedne strane omedjuje Dunav od Budimpešte do Biograda, a s druge strane polukrug Karpata i zapadnih gora Sedmogradskih. Naplavinami Tise, Moriša i ostalih rieka pomladjivano tlo najvećim je dielom vanredno plodno, te rodi u obradjenih priedjelih neobično obilno. Prostrani krajevi, koji su još u prvobitnom stanju, uzbibana su bilinska mora, po kojih se gotovo poludivlja goveda i konji pasu i natjeravaju, i koje čuva čikoš, pravi sin puste, smjeli krotitelj konja. Krasotu tih zelenih cvatućih ravnica, iz kojih jedva vire krovovi nizkih od zemlje sabijenih kućica, povećava vienac modrih gora na obzorju.

Bilinske stepi unutrašnje Ruske ne imaju doduše toga uresa Ugarskih pusta, vienac naime visokih gorskih vrhunaca; ali i one su osobito dražestne i nakitom svojih ruža i milotom čitavih mora od klasja, koje se talasa. Bezkrajni prostori „crne zemlje“, nazvani tako zbog tamne boje svoga tla, najvećim su dielom neizmjerno bilinsko i travsko more, koje, samo gdjegdje prekinuto seli, obradjenimi polji i riekami, koje se polagano, bi reć kriomice šuljaju. Crna zemlja prostirući se preko područja Dnjepra, Dona i Volge zaprema prostor

poldrugi put tolik kao naša monarkija. Sva ta nepregledna površina pokrita je plodnom zemljom crnicom, debelom do 5 metara a mjestimice 10—20 metara. Kao što narav tla svjedoči, nije ta nizina bila njekoć pod morem, jer se nigdje ne vide ostatci njekadašnjega oceana; ne ima ovdje ni zabludjelog granitnoga kamenja, koje bi ledenjaci sa gora Skandinavskih snesli, kao što je to na sjeverno-njemačkoj nizini. Crna zemlja Ruska bila je od vajkada neprekidno kopno sa sviju strana okruženo vodom. Neprestano ostatci izumrlih bilina oplodjivano tlo nije ipak moglo hraniti korienja drveća, s toga ne ima u tom priedjelu šuma, al ne ima takodjer zbog naravne odvodnje vode stajačice. Ovo rašćem bujne trave kroz mnogo tisuća godina za težitbu pripravljeno tlo ide med najvrstnije zemlje žitarice na svietu, te će prije ili kašnje biti jednim neizmjernim žitištem i poljem.

Crnoj zemlji na jugu većinom su stepi, koje bijahu prvobitno na dnu morskom. U proljeću ih jedino krasi zeleno bilinsko ruho. Ljetna žega opuze vrlo brzo busen, pak stada, koja se pasu na tih nepreglednih ravnicah, trče k obalam rieka, da tamo hrane nadju. Jedine oaze u tih stepih na Dnjepru i Donu jesu velika polja, koja su umjetnim naplavljivanjem oplodjena.

Isto su tako strašno puste stepi oko Balkaškoga jezera u Sibiriji. Južna je Sibirija inače dosta zarasla raznim rašćem. Najužasnije su pustinje najsjeverniji krajevi Ruske i Sibirije, koji neznatno opadaju prema ledenomu moru. To su tundre, koje cretišta, koje pak zarasle mahovinom. Njihovo je tlo kroz mnogo tisuća godina smrznuto. Obzorje se gubi na tom neizmjernom ledenom površju bezkrajno, neomedjeno u nepreglednih daljinah. Tu ne ima promjene, sjene niti hlada, a ljeti ne ima noći. Svjetlo, vjetar, zvuk bez kraja i konca gube se u neizmjernih daljinah, na kojih je svuda tiho, mirno, niemo, ukočeno. Preko cieloga ljeta traje ovdje jedan jedini predugi dan. Sunce zastrto maglami svietli poput mjeseca, tako da može čovjek lako u nj gledati. Obično diele tundre na nizke i visoke tundre. Većina tundra leži samo nješto više nego li more. Visoke su tundre najvećma pusti priedjeli, koje si možemo pomisliti, dočim je na nižih tundrah razmjerno toplije, a ujedno ima tu i više vlage. Kad se ljeti snieg, koji poput mrtvaćkoga plašta pokriva te krajeve, gdjegdje okopni, to se pojave na najnižih mjestih njeke zelene pjege, a to su prave tundre, koje poput spužve nabreknu od vlage, koja je pod njima. Tlo je inače neprestano u velikoj dubljini smrznuto uz-

prkos kukavnim biljkam, koje na površju uspievaju, te mlakâ i kaljužâ, koje se amo tamo po njekoliko mjeseci vide.

Na jugu tomu pojasu pustopoljinâ, ledina, stepi i tundra, koji se, kao što smo vidjeli, u nepravilnom luku prostire od Francuzke do Sibirije, ide poprieko staroga svieta drugi pojas pustinjskih nizina i vispoljana, koji pruža još jednoličniji i strašniji vidik. Taj pojas zaprema veliku Saharu u Africi, pustinje Arabske i Perzijske i pustinju Gobi u Mongolskoj. U tom pojasu ne ima ponajviše ni vode ni rašća, te je u cielosti mnogo teže pristupan, nego li gore opisane nizine. On nije samo jače ugrijavan sunčanimi traci, već i prima mnogo manje vlage, stranom što visoke gore zadržavaju oblake, koji donose kišu, stranom što te pustinje leže duboko u unutrašnjosti najogromnijih kopna. Već davno prije nego li je zemljopis postao samostalnom znanošću, kušali su mnogi protumačiti postanak pustinja. Njeki su tvrdili, da je Saharska pustara postala, što su u staro vrieme izkrčene šume na onih nepreglednih prostorih, ili opet da je more plodnu zemlju odplavilo. Humboldt je prvi upoznao, kako utječe obćeniti zemljopisni položaj na postanak pustinjskih priedjela. On upozoruje, kako se u Afričkih pustarah dotiču slojevi zraka, koji duvaju preko vrućih i žarkih kopna. K tomu u onih krajevih ne ima velikih rieka ni gorja ni šuma, koje izdišu vodene pare i uzročuju hladnoću. Napokon držeći, da spomenuti razlozi suše ne bi bili dovoljni, da pretvore tako ogromne priedjele Afričke u pješčano more, pristaje i Humboldt uz hipotezu o njekadašnjem moru, koje da je ovim ravnicam otelo i bilinsku koru i hranjivu zemlju. Peschel je mislio, da je djelovanje suhoga sjeverno-iztočnoga pasata (alizeja) dostatno, da se protumači golota Afričko-azijskoga pustinjskoga pojasa. Medjutim takova polarna zračna struja, kao što je on pomišljao, ni ne obstoji. Tačnija su naime iztraživanja Ruskoga učenjaka Vojejkova, i Hanna, Austrijskoga meteorologa, pokazala, da su u zapadnoj Aziji zračne struje vrlo raznolike i zamršene i nadalje da južno-zapadni vjetar preko Urala daleko u unutrašnjost sjeverne Azije prodire. Vojejkov naročito iztiče, da ljeti o zračnih strujah, koje bi strujile s Azijskih stepi prema Sahari, ne može biti ni govora. Zimi doduše struji suhi Azijski zrak prema sjevernoj Africi, ali nije jedini, a niti najglavniji taj iztočni i sjeverno-iztočni vjetar. Peschel drži, da su jednako postale Sahara i Azijska pustinja, ali tomu nije tako, pače se u tom pogledu bitno razlikuju. Dočim Atlantska Sahara na očigled oceana gine, jer pasatni vjetar prema moru duva, pustinja Gobi ljeti svojim nizkim tlakom zraka

Sl. 19. Pustinja Gobi.

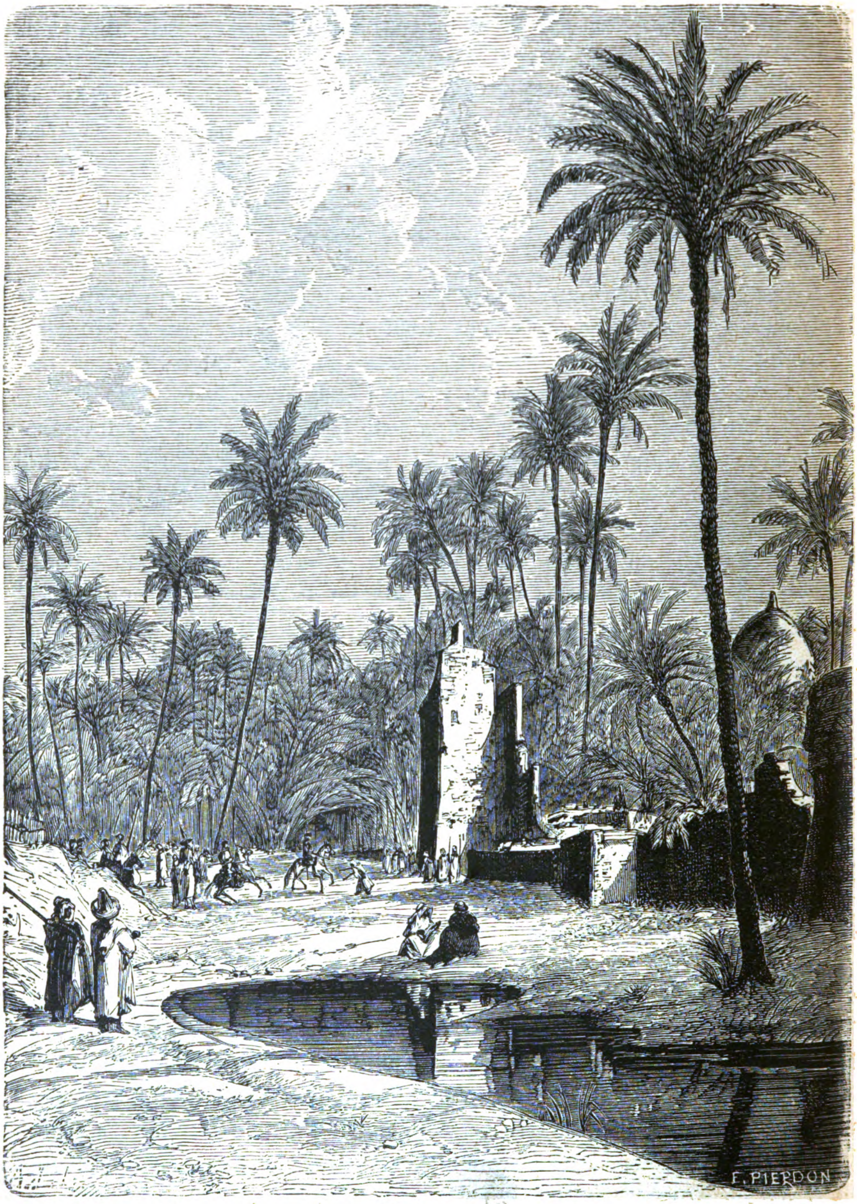
privlači hlapovi pune zračne slojeve Tihoga oceana. Pa ipak ne padne niti kap kiše na te žarke vispoljane, jer dižući se u zrak ohladnjela atmosfera izljeva obilje vode po dalekih ravnicah Kitajskih. U južno-iztočnom dielu pustinje Gobi narastao je po svjedočanstvu Prševalskoga mjeseca srpnja toplomjer u sjeni na 45° C., a kadkada nije pače niti noću spao izpod 25·5° C. Nikakova struja nije hladila zračišta; ako se je kakova digla, to je samo raznjihala dolnje, žarke slojeve i tim povećala još vrućinu. Na nebu ne bijaše ni oblačka, zrak je bio užasno suh, rose nikada ni za liek. Oblake raztvaraše zrak. Njekoliko je puta motrio Prševalski taj zanimljivi pojav. Kiša padajući iz oblaka, koji je bio zabludio u pustinju, nije dospjela do zemlje, već se pretvorila u dolnjih žarkih slojevih zračišta u paru. To bi se dogodilo, kad su oblaci bili maleni. Pustinju Gobi pokazuje nam sl. 19.

Prema pustinji Gobi Sahara je sa sviju strana otvorena, te suša njezinih zračnih struja ne potječe odatle, što bi se možda strujeć u vis vlaga izgubila, već što je ponajviše sav zrak posve suh. Ako dakle pasatni vjetrovi pospješuju postanak pustinja, to ipak niesu one samo njegove djelo. Najveća i najstrašnija med svimi pustinjami na zemlji jest Sahara. Ime joj potječe od Arabske rieči Cahhra i znači ravnicu. Sahara zaprema prostor 10 puta toliki kao naša monarkija, dakle po prilici dvie trećine Evrope. Premda je polutniku na sjeveru, spada ipak med najtoplije priedjele; tu je jedno jedino godišnje doba, žarko nepodnosljivo ljeto. Riedko kad razhladi kiša tu od sunčanih trakova razžarenu površinu. Obilje soli i školjka svjedoči, da je ta pustinja bila njekoć veliko unutrašnje more. Tlo je pustinje Saharske sad pjeskovito, sad opet krševito; ovamo se dižu, kao što nam prikazuje sl. 20., kamene ravni, a onamo gorske kose sa vrhunci preko 2000 met. Zapadna je Sahara — Sahel zvana — malo ne izključivo pustinja, posuta posve sitnim pieskom, koji se daleko u more proteže, dižući uz obale visoke opasne prudove. Taj sitni piesak nije samo podrietla morskoga, već nastaje u samoj pustinji razpadanjem pješčanoga tla naglimi oprekami toplote, i djelovanjem vjetrova. Uz nedostatak kiše je neizmjerna množina bjelutkastoga pješčenjaka glavni uzrok Saharske pustinje. Zbog naglih naime promjena toplote puca i razpada se kamenje, a suhi ga vjetar na sve strane nosi drobeć ga u sitni piesak. Kako se naglo mienja toplota, svjedoče nam svi putnici po onih stranah. Dr. Perrier pripovieda, kako se u Algirskoj Sahari dne 25. svibnja god. 1840. u 6 sati u jutro oko njegova šatora vóda smrzla, a 5 sati kašnje

Sl. 20. Pustinja Sahara.

bilo je u sjeni 25° C., a tri ure kašnje dapače 34·5° C. topline. Zapadna je Sahara najgoletniji kraj pustinje. Na neizmjernom prostoru ne ima tu čovjeka, niti životinje, niti ikakve biljke; nad pješčanim morem diže se veličanstveni nebeski svod; sve je tiho, mrtvo. Samo kadkada uzvitlaju vihrovi piesak tvoreći ciela brda. U Sahelu su vrlo riedki krajevi natopljeni vodom, gdje bi uspievale biline. Krševita visočina s golimi korami, med kojimi je oaza Fezan, dieli Sahel od manje iztočne Sahare, koju zovu Libijskom pustinjom. Tu je tlo kamenito, na više mjesta natopljeno vodom i izprekidano plodnimi priedjeli.

Posred nepregledne Saharske pustinje ima gdjegdje kotlinastih uvala sa živimi vreli, pitomom zemljom i bujnim rašćem. Gdjegod naime u Sahari voda natapa tlo, tamo postaju oaze. Ta rieč potječe od Arapske rieči „uahe“ i znači odmor ili stan. Oaze su zelena, vrelovita, paomami obrasla mjesta, gdje se karavane odmaraju. Sl. 21. prikazuje nam takovu oazu posred pustinje. Tu se pod paomami šire natiperke (mandalice) i breskve, zatim granatno drveće s liepim crvenim cvietom, i naranče pune ploda. S jedne paome na drugu vije se vinova loza. Kukuruz se savija pod težkimi klipovi. Pšenica, ječam, djetelina izpunjuju svaku prazninu tih čudnovatih „vrtova pustinje“. Nad njimi se pak ljuljaju kitice paoma u čistoj plavetnoj vedrini poput zelenih perjanica. Najveće su takove oaze: Fezân, Gât, Agades i Bilma. Da ne ima datulje i deve, ne bi mogli ljudi bivati, niti putovati pustinjom Saharskom. Datulom se hrane deve i ljudi. Putuje se po Sahari jedino s devom. Divne li uztrajnosti u te životinje! Na dugotrajnom i tegotnom putu nosi teret od 300—400 kgm., te može uztrajati tri dana bez hrane, a osam dana bez vode. Uviek jednakim korakom stupajući, prevali deva na dan za 8 ura oko 30 km. Tako vodi deva — „pustinjski brod“ — karavane od oaze do oaze — „luke karavanam u pješčanom moru“ —, od jednoga zdenca do drugoga. Dakako da karavane kadkada nastradaju, ter pogibaju od žedje, jer ili ne nadju zdenaca, ili su već izsušeni, ili ih pak zahvate užasni vjetrovi. Tad zakrije za uviek putnike i deve vrući piesak ili ih zaduši svojim velikim žarom. I tako putnik u pustinji čita u piesku smjer svomu putovanju po tragu predjašnjih putnika i po lešinah onih, koji su prije nastradali; k tomu spoznaje on tačno smjer svomu putu i dnevno doba na nebeskom svodu po položaju sunca i zviezda. Prvih dana prati karavane u pustinji od životinja još jedina muha; naskoro medjutim zaglavi i



Sl. 21. Oaza u Sahari.

ona od silne žarine, a po pripoviedanju putnika, ne usudjuje se ni ista buha u strašnu pustinju. Nepodnosljivo žarenje bezkrajnoga bieloga ili crvenkastoga površja zasjeni putniku oči i u tom blistavom svjetlu svi su predmeti čudne mračne boje. Mnogi putnik smalakše, ter vidi u svojoj tlapnji kao u snu najčudnovatije prikaze. Pa i oni, koji uztraju i ostaju duhom jaki, vide kojekakve varke. Kadkada im se prikazuju sjenata gorja, modra jezera, veliki gradovi, a što bliže idu, svega opet nestaje — fata morgana —. Sve to postaje odrazom svjetla u suhom zraku onih bezkrajnih prostora.

Na iztoku Egipta, koji bi se donjekle mogao nazvati dugom obalnom oazom rieke Nila, nastavlja se pustinja zaokružujući Crveno more. Veliki dio Arabije nije drugo već pećina i piesak; sjeverni se zove Nefud t. j. „kćeri velike pustinje“. Isto je tako veći dio Iranske visočine pustinja, prodirući na njekih mjestih do Indijskoga peteroriečja. Iza ogromnoga sredogorja Azijskoga nastavlja se pustinja. Ovuda se stere već spomenuta Mongolska pustinja Gobi, koju Kitajci zovu Šamo t. j. velika pustinja. Ona odgovara doista svojom neizmjernom površinom Afričkoj Sahari, te ujedno završuje onaj ogromni pustarski pojas, koji ide poprieko od zapadne obale Afričke do iztočnoga kraja staroga svieta. I pustinja Gobi bila je njekoć kao i Sahara pod oceanom; do visokih vispoljana vide se još njekadašnje strme obale sa podnožjem izdubenim od valova i prutci kotrljanoga kremena, koji okružuju davno propale zaljeve.

Nizine zapremaju u novom svietu razmjerno mnogo veći prostor, nego li u Africi i Aziji, ali su većim dielom plodnije zbog obilja vode i riečnih naplavina. Tako su nizine s obje strane Missisipija, zatim osobito obale Amazonke i njezinih velikih pritoka nepreglednimi šumami pokrite i nalične na prave oceane od drveća, u koje ne smiješ bez kompasa, — ili su pak skroz neprohodne. Na nizinah Amazonke — Selvas zvanih — razvilo se rašće na nepreglednom prostoru do najveće bujnosti. I one nizine Američke, koje niesu šumom zarasle, zapremaju velika površja, med kojima su mnoge, ako i ne imaju velikoga drveća, ipak zbog jezerskih i riečkih naplavina vanredno plodne. Ondje nepregledne prašume, a ovdje bezkrajna travišta. Vanredno se doimlje putnika ta nenadana opreka med gotovo neprohodnimi prašumami i neizmjernimi ravnicami, na kojih se o vjetru talasa silna trava. Po nizinah Missisipija, Amazonke i Laplatinih pritoka često se nenadano izmjenjuju šume sa nizinami. Travišta novoga svieta idu upravo kao što i ledine, stepi, tundre i pustinje staroga svieta smjerom glavne osi zapadnoga kontinenta. One

Sl. 22. Požar u južno-američkoj Laplata-nizini (Pampas).

zapremaju u sjevernoj Americi veliku središnju kotlinu med Alleghanskim gorjem i prigorjem Stjenjaka, a u južnoj Americi prostiru se med vispoljanom Guyanskom i Brazilijskom i med prigorjem Anda. Nizine oko Missisipija zovu se Prairije ili Savane, oko Orinoka Llanos, oko Amazonke Selvas, a oko Laplate Pampas, u kojih nam požar prikazuje sl. 22.

Llanos, priedjeli južne Amerike, koje je tako divno opisao Humboldt, prikazuju po svoj prilici med svimi nizinami na zemlji prema raznim godišnjim dobam najočevidnije opreke. Poslije kiše su te neprohodne nizine med Orinokom i Andami gustim rašćem ponajviše travom zarasle. Tada se pojavi na tom ogromnom travištu ili bilinskom polju na milijune goveda, poludivljih konja i magaraca. Iz natopljene vodom zemlje gmižu goleme zmije i psoglavke, koje su za suše spavale pod zemljom. Medjutim se tlo po malo osuši, potoci presahnu, jezera se pretvore u močvare i bare, a u njihov se kal zakapaju krokodili i zmije; tlo od ilovače steže se i puca, rašće se posuši, pak ga vjetar pretvara u prah; gladne i ožednjele životinje bježe k velikim riekam, mnogobrojne pak okostnice poginulih životinja biele se na izsušenoj površini. U taj mah naliče Llanos najvećma na pustinju Afričku. Poslije njekoga vremena navali iznenada uz burnu oluju obilna kiša, tlo se opet natopi vodom, bilme se dižu bi reć iz praha i nepregledna žuta step pretvori se naglo u neizmjernu ružičastu livadu. Rieke provale obale i poplave na hiljade kilometara daleko zemlju; jedan dio nizine naliči na bezkonačno unutrašnje more.

Malo ima golih i suhih priedjela u Americi, koji bi se mogli nazvati pustinjami. Glavni je tomu razlog, što su gotovo svi krajevi Američki dostatno vlažnim morskim vjetrovom izvrženi. Jedino na zapadu ima u obje Amerike njekojih pustinja. U Sjevernoj je najznatnija Utah-pustinja, koja se donjekle prema iztoku i jugu nastavlja, a u Južnoj Americi je pustinja Atakama.

Australija je do sada slabo izpitana, ali se ipak znade, da ima mnogo nizina, koje su većim dielom stepi i pustinje. Makar da će s vremenom, kad se bolje prouči taj kontinent, bez sumnje nestati mnoge stepi, a mnoga će se pustinja pokazati kao step, ipak nam je spomenuti, da mnogi putopisci prikazuju pustinje Australske užasnimi. Dvie ćemo stvari navesti, koje nam jamče, da ima u Australiji doista u izobilju pustinja, naime što velik dio Australije leži u vrućem pojasu i što u mnogih krajevih čitave godine ne pada kiša.

Prije nego li dovršimo ovo poglavlje, spomenut ćemo još koju o potoninah ili depressijah. Samo riedko u unutrašnjosti kopna leži tlo izpod morskoga površja. Razumieva se, da su potonine često pod vodom. Takova je depressija Pontijsko-kaspijska uvala s Kaspijskim morem i Aralskim jezerom; lice Kaspijskoga mora leži 25·9 met. pod morem. Još dublja pukotina zemaljska, nastala silovitim razmakom i uvalom čitavih gorskih priedjela, jest Jordanska dolina od Tiberijadskoga jezera do Mrtvoga mora. Tiberijadsko jezero je 212 met. a Mrtvo more 392 m. pod licem Sredozemskoga mora. Budući da je Mrtvo more mjestimice duboko 550 m., to je njegovo dno za 942 m. niže nego li lice Sredozemskoga mora.

XI.

Visočine.

Razlika med visočinom i nizinom razno se shvaća. — Kako bi bilo na zemlji, da ne ima gora, a kako, da su gore drugačije poredjane. — Zgodna razredba visočina na zemlji sbližuje podneblja i godišnja doba. — Vispoljane Azijske, Evropske, Američke i Afričke. — Krasota gorskih vrhunaca. — Gomilasta su gorja većinom starije formacije. — Sukosja su nastala uzdizanjem zemaljske kore. — Gorja su za se individuji. — Kako gore djeluju na ljude. — Svete gore starih naroda; naš narod o gorah. — Danas se strastveno polaze gorja. — Koji su tomu razlozi. — Doline orografijske i erozijske, uzdužne i popriečne. — Razni oblici dolina. — Klanci ili prielazi. — Najdublji su klanci nasuprot najvišim vrhuncem. — Ostrmina gorja. — Popriečna visina vrhunaca i kopna. — Razna imena gorskih vrhunaca. — Najviša obitavališta ljudska. — Gorska bolest. — Najstrašniji pojavi u gorah.

1.

Nizine, o kojih smo govorili u predjašnjem poglavlju, niesu ni iz daleka tako znamenite za život zemlje kao visočine. O uzvisitosti tla ovisi život kopna, raznolikost podneblja, tiek rieka, proizvodi životinjstva i bilinstva, pače nejednaka naseoba ljudi po zemaljskom površju.

Goroviti ili brežuljasti priedjel, koji čini prielaz od nizina k visočinam, zove se s t u p n j e v i n o m. Sve uzvišene česti kopna i otoka diele se prema svojoj visini i položitosti na v i s o k e r a v n i c e (vispoljane, platoji) i na g o r j a. Visoke ravnice zovemo one prostrane priedjele, koji su poprieko prilično uzvišeni nad morskim licem; medjutim ne treba da imaju ti priedjeli, kao što bi čovjek mogao po imenu suditi, podpuno ravnu i jednoličnu površinu. Dakako da ima i takovih vispoljana, koje su gotovo posve ravne, kao n. pr. u Americi visoka ravnica Teksas i njeke česti Utah kotline. Kadkada imadu i nizine neravno tlo, puno brežuljaka i izpresiecano dolinami, prelazeć u uzvišene vispoljane ili polagano ili stupnjevinami (terasami). Po tom se razlika med visočinom i nizinom donjekle razno shvaća. Može se samo toliko reći, da je nizina razmjerno ravna, s jedne ili

s više strana višimi priedjeli okružena ploha, dočim visočina nadvisuje svoj okoliš. Što je goraninu nizina, to može biti dolincem visočina. Žitelji često poplavljenih priedjela Louisiane zovu brežuljci i gorami naplavine tla, jer niesu od izašle vode poplavljene, premda ih čovjek jedva opazi. Na jednoličnoj morskoj površini zovu se dapače komadi Grönlandskih i Spitzberžkih plazura ledenimi gorami. Kad je Agassiz ugledao visove Obyda, koji se sred neizmjerne nizine Amazonske dižu, osjećao je, kano da vidi veličanstvena velegorja svoje Švicarske.

I zemljopisac ne razlikuje dakle po absolutnoj visini nizinu i visočinu, već prema tomu, kako se koje tlo odnosi prema velikoj kopnenoj masi. Nizine sjevernoga Hindostána n. pr. leže više, nego li Švabska i Bavarska visočina, pa ih ipak smatramo nizinami, jer pripadaju kopnu, kojega su obćeniti odnošaji napram Evropi upravo orijaški. Prispodobimo li pak oba kopna po njihovih visinskih odnošajih, to odgovaraju srednjoazijske vispoljane južnonjemačkim visočinam, Himalaja Alpam, Hindostan sa svojimi nizinami i gorami Talijanskom poluotoku.

Već smo gore spomenuli, kako je visočina znamenita za život zemlje. Da je površje svih kopna posve ravno, vladala bi svuda na zemlji strahotna pravilnost i jednoličnost. Isti bi se pojavi ponavljali od oceana do oceana; vjetrovi bi duvali oko zemlje uviek istim smjerom i neumoljivom redovitošću, nalik na one pruge oblaka, koje su teleskopom na Jupitru odkrite. Ne bi bilo onih gorskih gromada, koje opirući se naravnomu smjeru vjetrova, prekidaju onu vjekovitu jednoličnost i zračne struje na sve strane tjeraju; nestalo bi onih ogromnih kondensatora (gustila) zračnih vodenih para, koji tako rekuć otimlju oblakom blagonosnu vodu i napajaju njom svoje plazure, sniežne poljane, ili ju pak svadjaju u neizmjerne ponore. Svuda bi po svih kopnih od oceana do oceana natapala zemaljsko tlo silna voda, što kano kiša pada, te bi tvorila neizmjerne močvare i jezera. Radi ravna tla ne bi mogla voda nikuda odtjecati. To podpuno ravnovjesje prirodnih sila uzročilo bi ukočenost, mrtvilo. Ako bi ljudi, kao što smo mi, mogli živjeti na takvoj zemlji, to ne bi jednoličnost neizmjerne ravne površine zemaljske nimalo prijala obćenju, već bi se nasuprot, raztreseni po obalah jezerskih, težko sastajali, ter bi uztrajali u svom prvobitnom divljačtvu. Ne bi bilo tu nikada seobe naroda, koji su sa visočina silazeći tražili novu domovinu, nalik na rieke, koje hrle k moru. O kakvoj naobraženosti ne bi bilo ni govora. Po mnienju mnogih geologa bilo je tako na zemlji prije nego je Bog stvorio

prvoga čovjeka. U ono je doba pripadala zemlja gmazovom. Gušter-riba (Ichthyosaurus) i gušter-ptica (Pterodactylus) gospodovahu po ogromnih močvarah.

Punim se pravom moramo diviti Providnosti, što je na zemlji tako zgodno porazdieljena visočina sa nizinom. Kad bi n. pr. ogromne visočine zemaljske bile poredjane naokolo sjevernoga ledenoga mora, te bi opadale postupno prema Atlantskomu i Tihomu oceanu, bio bi tamo na sjeveru naslagan jedan ledeni pojas za drugim. O ustrojnom (organičkom) životu ne bi bilo ni govora, dapače niti kržljava rašća ne bi bilo, koje ipak ovako na sjeveru uspieva. Što više, studeni vjetrovi, koji bi brijali sa ledenih gorskih vrhunaca, pretvorili bi po svoj prilici i umjereni pojas, koji dan danas budi toli raznoliki život, u novi ledeni pojas. Vjerovatno je, da bi tada bili napučeni jedino Australski otoci i tropski priedjel na kopnih i to ako bi čovjek u obće mogao živjeti pod podnebljem, gdje bi se izmjenjivala zadušljiva žega sa ledenimi vjetrovi sa sjevernih visočina.

Bili ma kojigod geoložki uzroci, s kojih su visočine razdieljene po kopnih, jedno je sigurno, da visina tla raste prema vrućemu pojasu, tako da su se izmedju oba obratnika uzdigle najviše visočine na zemlji, dočim ne ima polarnih visočina, već se oko ledenoga mora pružila neizmjerna nizina kako u Ruskoj, tako u Sibiriji i u sjevernoj Americi. Čovjeku se pričinja, kano da se kretanjem zemlje oko osi nije samo objemom zemlja razširila prema polutniku, nego da se s toga uzdiglo i tlo pojedinih kopna. Pod sjevernim ili rakovim obratnikom poprečna je visina visočinâ gotova jednaka središnjoj visini gorja umjerenoga pojasa, dočim su visočine umjerenoga pojasa po prilici jednako visoke kao gorja polarnoga pojasa. Tomu je posljedica, da ima pod svakim uzporednikom takovih priedjela, u kojih ćeš na jednom mjestu vidjeti sve vrsti podneblja, kakove su od onoga priedjela pak do pola. Zgodna dakle razredba visočina na zemlji u veliko sbližuje podneblja i sva godišnja doba. Tako ćeš n. pr. na Pirenejskom poluotoku, zatim u Maloj Aziji ili u južnoameričkih visočinah zbog visine gorja naići na takove priedjele, gdje ćeš na raznih tačkah uživati postupno sve vrsti umjerenoga pojasa, dočim najviši vrhunci istih gorja sižu u zračišta polarnih zemalja. U tih zemljah može putnik za njekoliko dana, kadkada pače za njekoliko sati doživjeti tolikih promjena u prirodi i podneblju, kakovih bi se dostao dugotrajnim putovanjem po moru do leda i plazura polarnoga svieta. Već to, što se visočine prema jugu postupno dižu,

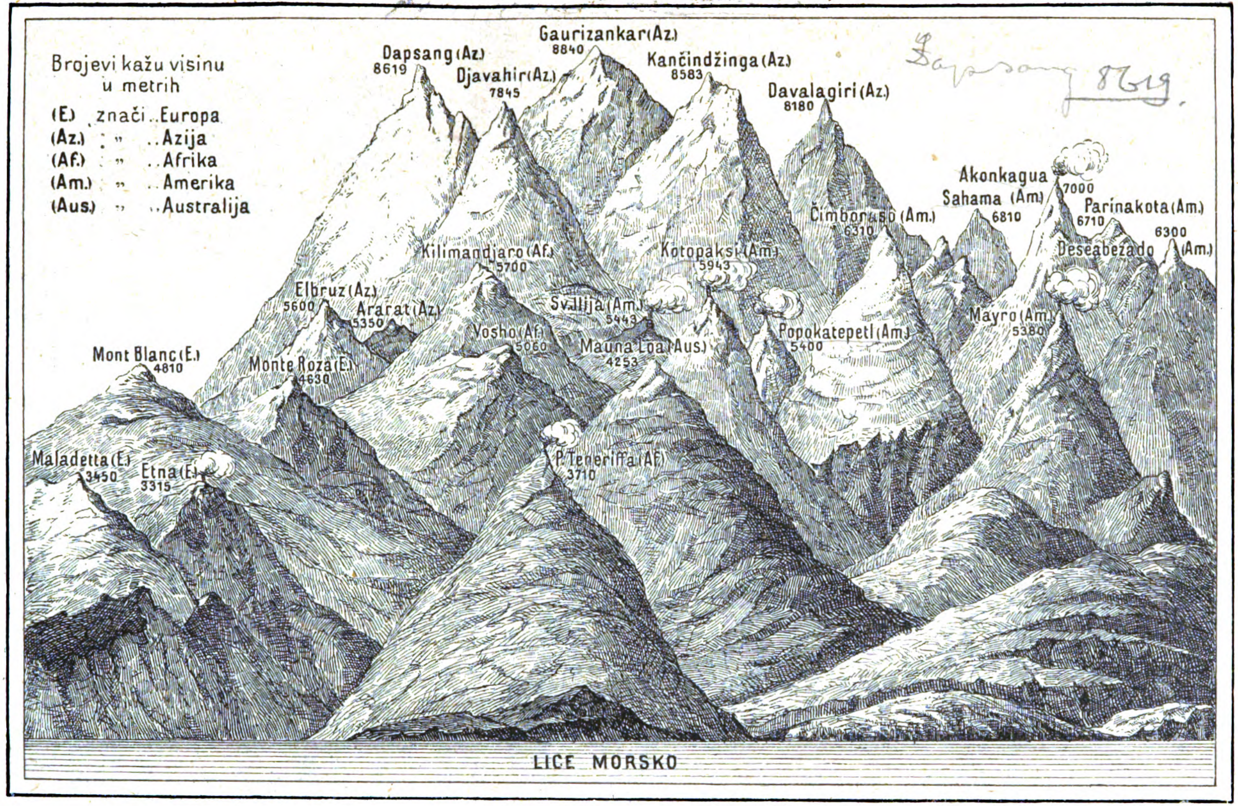
podvostručuje broj pojasa na toliko, te se čini, da je u vrućem pojasu uz tropsko podneblje i umjereno, a u umjerenom pak pojasu uz blago podneblje i ledeno.

Pogledajmo Alpe. Budući da se naglo dižu preko granice vječnoga sniega, ima tu na malenu prostoru čitav niz raznih klima. Zima i ljeto razdaleko su u Alpah samo za njekoliko ura, a od proljeća do zime često je samo njekoliko koračaja. O Libanonu pjeva Arapska pjesma, da ima na glavi zimu, na ledjih proljeće, u krilu jesen, a na njegovu podnožju, na Sredozemskom moru, da driema ljeto. A kakove nam se tek promjene i opreke prikazuju na Himalaji, gdje se možeš iz tropske vrućine podići u polarnu studen. U Hindostanu smjestila su se na obroncih Himalaje tri pojasa: u nizini struje velike rieke, pak se šire neprohodne šume; tu stanuju mnogobrojni narodi; popnemo li se u prigorja, eto na sve strane silnih bujica, čitavih šuma crnogorice i prostranih pašnjaka; popnemo li se i više, eto još mahovine i lišaja, zatim sniega i leda. Po svem, što smo spomenuli, nose visočine tako rekuć sjeverne priedjele na jug, sbližujući sva podneblja zemlje i sva godišnja doba. Visočine su dakle gotovo za se mala kopna, podižući se iznenada sred nizine, kao što se velika kopna dižu iz mora. Doista punim nam se pravom pričinja svaka visočina kao njekakav „mikrokosmos“ — mali sviet —, u kojem niesu samo sve vrsti podneblja nego i sve vrsti bilina i životinja onoga kopna. Kao središta i ognjišta života zaustavljaju visočine vjetrove i oblake, dieleći životvornu vodu na sve strane. Neprestanim kolanjem, koje obstoji med zemaljskimi visočinami i med oceani vodenim i zračnim putem, mnogovrstno se miešaju na obroncih visočina naslagana podneblja i radjaju stalno i uzajamno obćenje med životinjami i bilinami, narodi i plemeni. (Sl. 23).[1]

---

[1] **Da nam bude jasnije pripoviedanje o uzvisitostih na zemaljskoj površju, prikazuje nam sl. 23. najviše gore na zemlji. Prvo mjesto ide Aziji, na kojoj se ističu ovi vrhunci: Gaurizankar (8840 met.), Dapsang (8619 met), Kančindžinga (8563 met.), Davalagiri (8180 met.), Djamahir (7845 met.), Elbruz (5600 met.), Ararat (5350 met.). Drugo je kopno po visini vrhunaca Amerika: Akonkagua (preko 7000 met.), Sahama (6810 met.), Parinakota 6710 met.), Čimboraso (6310 met.), Deseaberado (6300 met.), Kotopaksi (5943 met.), Sv. Ilija (5443 met.), Popokatepetl (5400 met.) i Mairo (5380 met.). U Africi su ovi najznamenitiji vrhunci: Kilimandjaro (5700 met.), Vosho (5060 met.), i Pik Tenerifa (3710 met.). Med Evropskimi su vrhunci na slici: Montblank (4810 met.), Monte Roza (4630 met.), Maladeta (3450 met.) i Etna (3315 met.). U Australiji je najviši vrh Mauna Loa (4253 met.) na Sandviškom otočju.**

NAJVIŠE GORE NA ZEMLJI.



Sl. 23.

*

Vispoljane su kao što i kopna manje ili više savršeno ustrojene i razvijene, a o tom i ovisi njihova znamenitost za život. Tako n. pr. utječu doduše znamenito ogromne srednjo-azijske vispoljane, koje nam se pričinjaju okostnicom gorja, na obćenite prirodne odnošaje, nu one same ipak su posve odieljene od ostaloga svieta, njihove se vode izlievaju u unutrašnje kotline, koje ne odtječu nijednomu moru, a narodi, koji na njih stanuju, živu u posvemašnjoj osamljenosti. Glavna rpa vispoljana, koju omedjuju na jugu Karakorum i Kuenluen, na zapadu Pamir, na sjeveru Tianšan, Altaj i Daursko gorje, na iztoku velike Mongolske pustinje i mnogostručno prepletena gorja unutrašnjega Kitaja, čini vanredno ogroman četverokut, koji je prostorom malo ne ravan Evropi. Njeke med timi vispoljanami prekoračuju popriečnu visinu od 5000 met. Ta središnja utvrda Azijskih visočina gotovo je nepristupna zbog užasnoga vienca gorja, plazura i pustinja, koje ju okružuju. Jedino prema sjevero-zapadu otvaraju se med Tianšanom i Altajem mnoge udubine, kroz koje su prije njekoliko stoljeća provalile strašne Mongolske čorde, da opustoše Malu Aziju i srednju Evropu.

S jednim se kutom dotiče ta ogromna četverostrana gorska gromada srednje Azije Iranske vispoljane, koja je slična oblika, ako i nije tako prostrana. Iranska visočina, sastojeći takodjer većim dielom od pustinja, nije ipak tamošnjim žiteljem takovom tamnicom kao što su spomenute srednjo-azijske vispoljane. Ona ima pače mnogo izlaza, koji vode na sjever u nizinu Turansku i prema Kaspijskomu moru, na zapad k dolinam Eufrata i Tigrisa, te suvisi sa gorji Male Azije, poluotoka, koji se daleko na zapad med Evropska mora prostire. Vanredno je zanimljivo, kako se upravo blizu gorskoga sklopa, u kojem se oba velika gorja Mongolske i Iranske visočine sastaju, nalaze glavna vrata, iz kojih su izašla Azijska plemena, klanac, preko kojega su amo i tamo hujili ratovi, seobe naroda i nebrojene karavane. Kod spomenutoga bi reć životnoga čvora Azije ne dotiču se samo obje Azijske vispoljane, nego se ujedno sastaju nizine Hindustana sa nizinami Tatarske i Kaspijskoga mora. Obje osovine Azijskih visočina i nizina križaju se pravokutno u Indokuhu, koji je poznatiji pod imenom Hindukuša, t. j. „ubojica Hinda“, kako su ga posprdno Perzijanci nazvali. Za razseobu čovječanstva ovo je najzanimivljija tačka na zemlji.

U Evropi su takodjer najznamenitije visočine donjekle sumjerno porazdieljene. Izuzev malu vispoljanu južne Norvežke, leže sve vispoljane, kao i u Aziji, na jugu, omedjene s jedne strane gorami. Na

zapadu je vispoljana Španjolska oslanjajući se na jednolični Pirenejski zid; posred Evrope leži Švabsko-bavarska vispoljana, nad kojom sa juga gospoduju visoke Švicarske i Tirolske Alpe; na jugoiztoku leže vispoljane Balkanskoga poluotoka, oslanjajući se na razna gorja. Srednja med timi vispoljanami prostire se gorju na sjeveru, dočim su druge dvie vispoljane na jugu gorjam, o koja se oslanjaju. U obće su te vispoljane mnogo bolje razvijene nego li Azijske, te opominju na kopno Evropsko mnogovrstno izprekidano i bogato zaljevi i poluotoci. Vispoljane Evropske imadu svoje ogranke, koji se protežu daleko u unutrašnjost nizina. K tomu prodiru u visočine široke doline, koje su stanovnikom na vispoljanah i susjednih nizinah od velike koristi kao obćila. Budući da su Evropske vispoljane tako raznolike, to niesu ni malo osamljene; nigdje se niesu na njih vode ustalile, već svaka kap vode, svaka plodina, svaki čovjek nadje lako put do okolišnih visina. Vapnene vispoljane u Sevenah, zatim „Causses“ na jugu Auvergne u Francuzkoj mogu se smatrati kao tipi takovih visočina, koje su tako rekuć strmimi zidovi ogradjene, pa ipak zbog svojih dolina niesu nepristupne tvrdje. U Jura gorju ima sličnih vispoljana, n. pr. vispoljana Nantua, koja je tako vodom izpresiecana, da čovjeka nehotice opominje na diva, o kojem se priča, da je gorje jednim udarcem mača razkolio.

Američke vispoljane leže znatno više, nego li Evrops. , te se po tom svojom visinom podudaraju sa prostorom kopna, kojemu pripadaju. Izuzev neznatnije vispoljane Aleganske, Gujanske i Brasilijske sve su Američke vispoljane zaokružene razgranjenimi gorskimi kosami, koje se na zapadu blizu Tihoga oceana protežu. Vispoljana Utah ili velika kotlina „Slanoga jezera“ preogromna je visočina, preko koje idu uzporedne kose Stjenjaka, dočim ju s jedne strane bilo Stjenjaka a s druge Siera Nevada zatvara. Ovdje je tako rekući sglob u okostnici Sjeverne Amerike. Dalje prema jugu ima više vispoljana, izpresiecanih gudurami i dolinami. Vispoljana Anahuačka diže se poput silne tvrdje med oba oceana. Dalje se nastavljaju iza prevlake Tehuantepec manje vispoljane, oslanjajući se većim dielom na vulkanska gorja. Na jugu Darijskom zaljevu počinju vispoljane sa silnom kosom Anda. Svuda, gdje se ta ogromna gorska kosa poput lepeze razgranjuje, zatvara med svojimi bili od 1500 sve do 4000 met. visoke vispoljane. Spomenut ćemo samo vispoljanu Kvito sa sniežnimi vrhunci, zatim pustu Atakamu vispoljanu med Bolivijom i Chilom. Vispoljana Titikaka ili Bolivijska vispoljana sa popriečnom visinom od 4000 met. jedina je med svimi južno-ame-

ričkimi vispoljanami posve osamljena, te joj vode ne mogu nikamo odtjecati. Motrimo li s profila (s prosjeka) južnu Ameriku, čini nam se ta vispoljana svojom visinom i obsegom vanredno ogromnom gorskom gromadom. Što je velika kotlina Slanoga jezera Sjevernoj, to je Bolivijska vispoljana Južnoj Americi. Svaka od njih sieče po prilici sredinu kopna, te je udaljena za više od 3000 km. od srednjo-američke prevlake. Svaku objeručke obuhvaća veliko gorje, svaka zatvara jezero, koje ne može odtjecati.

Geografijski su te zemlje posve razstavljene od ostaloga svieta. Samo velikom mukom može polubarbarsko pučanstvo Bolivije obćiti s ostalimi državami Američkimi i s Evropskimi zemljami. Na vispoljani Utah smjestili su se Mormoni, samo da se otmu utjecaju okolišnoga žiteljstva, pak je trebalo silnoga napora, dok su sjeverni Američani tu mladu teokratsku državu ća u toj pustinji našli. Ostale vispoljane, na kojih se razvila urodjena naobraženost Azteka, Tolteka, Chicha, Inka i dr., odlikuju se pred vispoljanom Utah i Bolivijom time, što su svojimi riekami i dolinami spojene s primorjen.

Afričke su vispoljane još više od ostaloga svieta razstavljene, nego li velike američke vispoljane i to ne poradi svoje znamenite visine ili poradi prevelike strmine, već osobito poradi podneblja i posebnoga položaja toga kopna. Većina vispoljana Afričkih razmjerno je dosta nizka, a k tomu dosta lako pristupna. Vispoljana Kap prelazi na sjeveru u Kalahari pustinju, koja je 600—1000 met. visoka. Što se je već prije naslućivalo, to potvrdjuju novija odkrića, da se unutrašnja Afrička vispoljana polagano diže prema polutniku. Posred kopna, gdje su velika jezera s izvori Nila, visoka je vispoljana oko 1200—1400 met., dočim su u sjevernoj Africi vispoljane Maroko i Algir više od 1000 met. Najznamenitija vispoljana Afrička jest Abisinija ili Habeš sa popriečnom visinom od 2000—2800 met. Strmi su ogranci te gorske gromade s morske strane, ter čine Abisiniju naravnom tvrdjom, sigurnom pred svakom navalom naroda. Sjeverno-zapadni prema Nilu se sterući ogranci mnogo su položitiji i s te bi strane bila lako pristupna, da ne ima tu pustinja, zatim da ne traje ovuda neprestana borba med pojedinimi plemeni i napokon da se ne ide žalibože još i danas mjestimice u lov na robove. Promatramo li Afriku, koja je med velikimi kopni najmanje poznata i k tomu napučena divljimi plemeni, to ipak u cielosti izuzev Saharu ne ima prometu i obćenju tolikih naravnih zapreka, kao na vispoljani srednjo-azijskoj ili na vispoljanah u Andah. Njeki dapače hoće, da Afrika razporedom svojih gora, vispoljana nizina i pustinja, pače

i obalami opominje na prednjo-indijski poluotok. Po njihovu je mnienju Afrika jedanaest puta povećana Indija, dakako manje liepa, manje izrazita, nego taj divni poluotok, koji se, kao što ćemo na drugom mjestu obširnije razložiti, punim pravom zove: „zemljom čudesa“ i „Azijskim rajem“.

2.

Makar da niesu za prirodne odnošaje na zemlji pojedina gorja tako znamenita kao vispoljane, to se ona ipak osobito ističu svojim veličanstvom, vrletnošću toli opriečnom prema svomu okolišu, zatim raznolikošću pojava, koji su o gorju ovisni. Najveličanstveniji je utisak takovih gora, koje se osamljene bud iz mora, budi pak sred jednolične ravnice nenadano podižu. Ili dade li se pomisliti ljepši pogled, nego li je pogled na osamljene gore n. pr. Ventoux, Etnu, Pik Tenerifu, Orizabu, Olimp kod Bruse u Maloj Aziji i na mnogobrojne gore s podnožjem na nepreglednih ravnicah, s kojih se dižu visoko tamno-modri vrhunci? Pače uzvisitosti, koje bi se posve izgubile u gorskih priedjelih ili bi se brojile med neznatne brežuljke, pričinjaju se silnimi vrhunci, ako se na ravnici ili na obali morskoj naglo podižu. Tako n. pr. čini na nizini doljno-pomorskoj u Njemačkoj Galen kod Kösslina, premda je visok samo oko 140 met., vanredan utisak. Na Jutskom je poluotoku jedan brežuljak, Arhuusu na zapadu, koji je zarastao do vrha šumom a na dvie strane opada strmimi vapnenimi stienami, stekao ponosno ime „nebesko brdo“. Makar da je samo 166 met. visok, ipak je za Jutski poluotok ono, što je Grčki i Malo-azijski Olimp za tamošnje žitelje.

Izuzev vulkanske čunje malo ima gora, koje bi se osamljene iz nizina dizale. Gotovo u svakoj gorskoj zemlji ima velik broj vrhunaca, koji su medjutim tako poredani, da nam se ono gorje pričinja ili g o m i l a s t i m g o r j e m ili pak s u k o s j e m. Kod gomilastoga gorja okružuju gorski vrhunci obično jedan središnji glavni vrhunac, a sami su okruženi nižimi gorami, na koje se opet postrance oslanjaju brežuljci. Sve kose takovoga gorja čine se naslagane oko središta, širina gorja malo zaostaje za dužinom, čitavo gorje nalići na gomilu. Takovo je gorje Harz u Njemačkoj, Mont Ferat u Piemontu, Sinaj na istoimenom poluotoku i ponosna grupa Siera Nevada de Santa Marta u Novoj Granadi. Danas računaju zemljopisci med gomilasta gorja Skandinavski poluotok sa Laplandijom i Finskom, Skotsku sa sjevernom i zapadnom Englezkom i Irskom; sjeverno-zapadnu Francuzku, južnu Francuzku, Sardiniju, Korziku, najveći dio Pirenejskoga poluotoka, Vogeze, Crnu šumu i

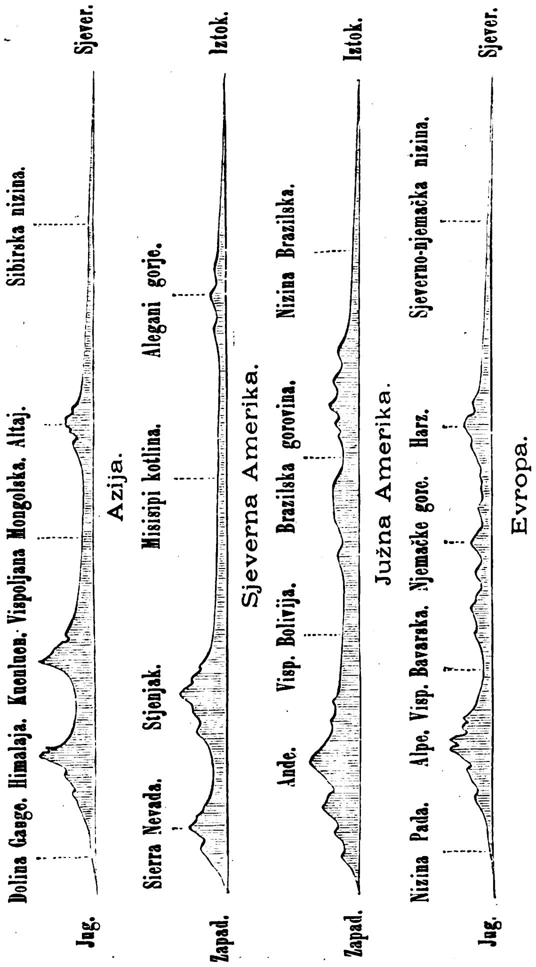
Sl. 24. Gaurizankar u Himalaji, najviši poznati vrh na zemlji.

Sudete u širem smislu. Gomilasto se gorje iztiče širokimi valovitimi plohami, odugačkimi šljemeni, mnogostručno razgranjenimi dolinami, koje su često duboko izprekidane. Gomilasta gorja pripadaju većinom k srednjim goram, jer im najviši vrhunci riedko sežu do visine planina, naime preko 1800 met. Nadalje opadaju često strmo samo na jednu stranu, kao n. pr. Rudogorje prema jugo-iztoku a Skandinavski poluotok prema sjevero-zapadu. U unutrašnjosti svojoj sastoje ta gorja od najstarijih zemaljskih tvorba od kristalnoga škriljavca, koji se nanizao oko granita i sijenita a nad njim su se naslagale mladje tvorbe. Gomilasto gorje imenito u Evropi najobičnije je smjera diagonalnoga od jugo-iztoka prema sjevero-zapadu i od jugo-zapada prema sjevero-iztoku, kao što se to jasno vidi kod češko-moravske gorovine i kod sjeverno-iztočnoga sastava Skandinavske. Gomilasta se gorja prikazuju kao velike podignute gromade najstarije zemaljske kore, te označuju prave čvrste temelje naše zemlje, koji su već rano za predjašnjih doba manje ili više kao otoci ili kopna iz mora virili. Na taj način tumačimo, da su sva naša kopna naslagana i sagradjena na pragorju, koje se poput gromada diže.

Sukosja takova su gorja, kojim teku pojedine kose uzporedno, te dužina kosa znatno nadmašuje širinu. Sukosja se ne dižu uviek, ali ipak ponajviše blizu ruba ili posve na rubu kopna. Nadalje se iztiču manje više pravilno razglobljenimi uzdužnimi i popriečnimi dolinami. Kadkada imadu i sukosja glavni vrhunac u sredini, od kojega zatim malo po malo ostali vrhunci na dvie strane opadaju. Dakako da niesu vrhunci nikada posve pravilno prema visini poredjani. Sukosja su redovito mnogo viša nego li gomilasta gorja, ter najviši vrhunci na zemlji pripadaju sukosju. Tri najviša do danas poznata vrha na zemlji jesu: Gaurizankar ili Mont-Everest u Himalaji (sl. 24) na medji med Nepalom i iztočnim Tibetom (27° 59′ sjev. šir. i 104° 25′ izt. duž. po Feru); Dapsang u Karakorumu u zapadnom Tibetu (35° 58′ sjev. šir., 94° 50′ izt. duž.) i Kančindžinga u Himalaji na granici med Sikimom i iztočnim Tibetom (27° 42′ sjev. šir., 105° 48′ izt. duž.); tada istom sliedi Davalagiri, koji je dugo vriedio kao najviši vrhunac na zemlji. Orijaši južno-američkih Anda (sl. 25.) daleko zaostaju za vrhunci Azijskoga sukosja i to Akonkagua u Chilah, Sahama u Peruju, Nevado de Sorata u Boliviji i Čimboraso u Kvitu. Gotovo samo polovicu visine najviših Himalajskih vrhunaca dostižu naši evropski najviši gorski orijaši: Montblank, Monte Roza i najviši vrh naše monarkije 3903 metra visoki Ortlerov šilj.

Sl. 25. Južno-američke Ande.

Sukosja se prostiru u starom svietu ponajviše smjerom iztočno-zapadnim (Alpe, Pireneji, Kavkaz, Himalaja), a u novom svietu smjerom sjeverno-južnim (Kordiljere i Ande). Sukosja se ponajviše ostrmljuju s jedne strane prema oceanu, a s druge prema kopnu;



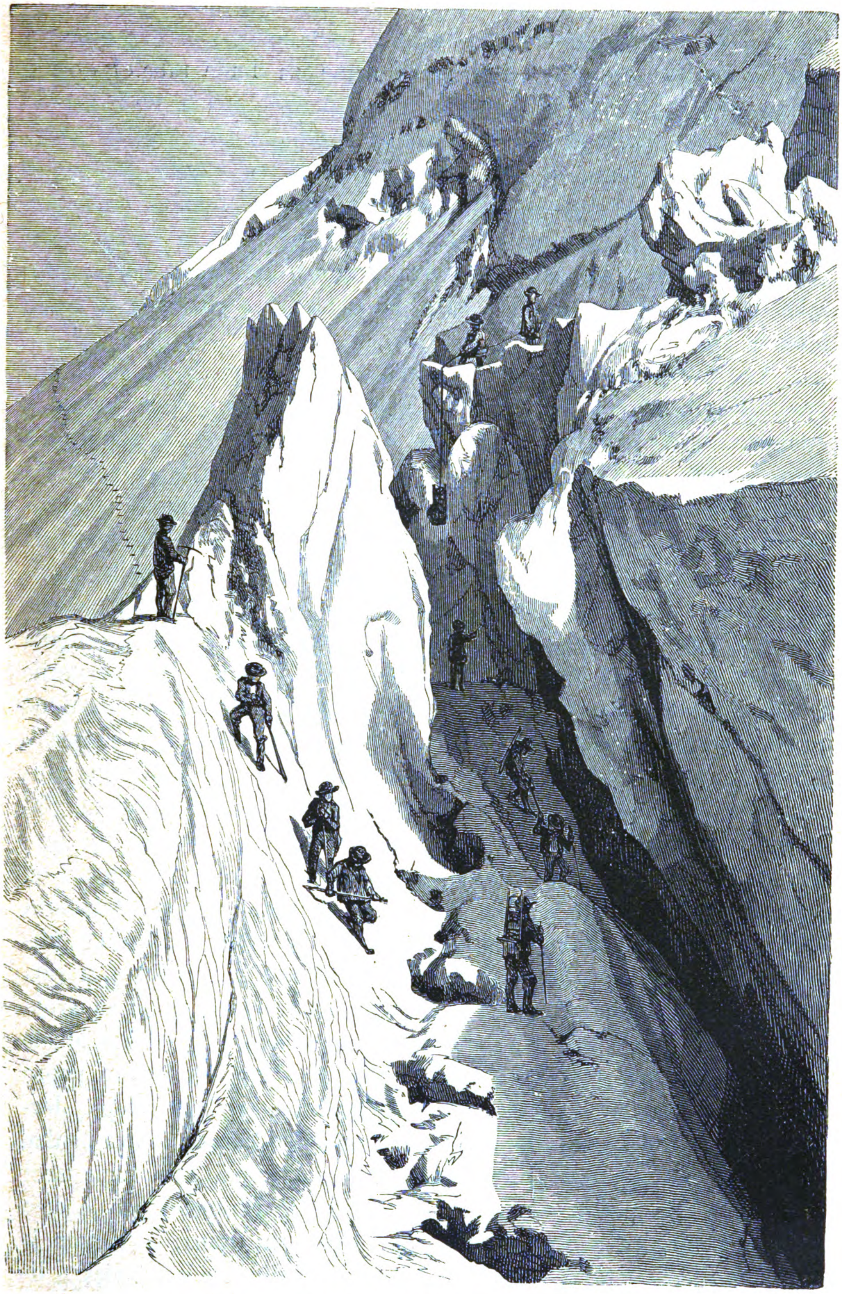
Sl. 26. Profili (prosjeci) kontinenta (kopna).

oceanska ostrmina ruši se neposredno u more ili mlade nizine, dočim opada na drugoj strani prema kopnu laganije, spuštajući se u vispoljane ili pak u prigorja. Kose smjera iztočno-zapadnoga ostrmljuju se prema jugu, a kose smjera meridionalnoga (podnevničkoga) ostr-

mljuju se prema zapadu. S toga nam i pružaju profili kopna staroga i novoga svieta nenadane sličnosti, ako si predočimo stari sviet u prorezu od juga prema sjeveru a novi sviet u prorezu od zapada prema iztoku. Izporedi sl. 26., koja nam prikazuje profile (prosjeke) njekih kopna po F. Hochstetteru.

Geoložki sastav sukosja je redovito zamršeniji i zapleteniji nego li u gomilasta gorja. Kod većih sukosja obično su uzporedno poredjani razni pojasi kamenja kao n. pr. u iztočnih Alpah. Tu je od kristalnoga (ledačastoga) kamenja središnja rpa, koja je ujedno obično, ako i ne uviek najviša; na tu se s obje strane naslanjaju uzporedni pokrajni pojasi (drobnjački, vapneni i pješčenjački pojas), koji su postupno sastavljeni od palaeozojskoga, mezozojskoga i kaenozojskoga doba, na kojih se opaža raznolikih uzporednih nabora i pukotina. Sl. 27. prikazuje nam veliku pukotinu na Montblanku. Sukosja su nastala uzdizanjem zemaljske kore. Nijedno sukosje medjutim ne sastoji samo od jednoga nabora već obično od čitavoga niza uzporednih kosa ili nabora. Tako ima n. pr. u Švicarskom Jura gorju u popriečnom smjeru 10—21 glavnih nabora, a u Alpah ima, računamo li samo velike, 20—30 nabora. Izvanjski, mladje tvorbe, nabori jesu uviek niže kose, dočim su unutrašnje kose znatno više. Suess ztiče, kako se kod svih gorja, koja spadaju u isti sustav s Alpami (Apenin, Jura, Karpati), samo na izvanjskoj, izbočitoj strani vide pravi protegnuti nabori, koje izvana prate postupno niži nabori, dočim se nasuprot na unutrašnjoj dubčastoj strani opažaju postupno pukotine nastale previjanjem zemaljske kore. Kroz veće pukotine prodrle su na zemaljsku površinu na više mjesta vulkanske tvorine, kao n. pr. Ugarsko trahitno gorje na unutrašnjem rubu Karpata, Euganejska brda na Alpinskom rubu, Talijanski vulkani na Apeninu, itd.

Zbog raznolikosti, kojimi se iztiču pojedina gorja prema svomu geoložkomu postanku, prema sastavu kamenja, nadalje prema smjeru bila, prema poredjaju vrhunaca, prema vegetaciji, prema atmosferskom utjecaju imadu pojedina gorja posebni karakter, posebne krasote i dražesti. Svaki gorski vrhunac, koji se svojimi raztrganimi i divljimi obronci podigao nad bilo gorsko, pričinja se samostalnim i posebnim bićem. Pogled na te orijaše napunjuje mnoge ljude njekim tajinstvenim čarom; oni osjećaju njeko čeznuće za gorjem, kano da ih njihovi vrhunci k sebi privlače. Milotom i veličanstvom svojih oblika, krunom oblaka, koji im kršne vrhe i šume okružuju, neprestanim izmjenjivanjem svjetla i sjene na obroncih i u klancih, pričinjaju se gore kao posebne vrsti bića. Svaku goru, koje se vrh



Sl. 27. Velika pukotina na Mont Blanku.

u svietlih crtah uzdiže nad ostalom gorskom gromadom, zovemo imeni i dajemo joj oznake bud bogova, bud junaka, pače u običnom govoru dobiva pridjevke, koji inače samo za ljude rabe. I doista, gore su zemljopisna bića, po kojih se podneblje i u obće svi životni pojavi onoga priedjela raznoliko razvijaju. U gorjih se sdružuje na malenu prostoru sve veličje i gospodstvo zemlje. Podneblja i bilinski pojasi križaju se na gorskih obroncih; jednim pogledom obuhvaćaš na njih poljane, šume, livade, snieg i led, a svake večeri obliju traci sunca na zalazu njihove vrhunce čarobnim blistavilom, tako da se pričinjaju, kao što kaže Reclus „kao ružičaste u zraku lebdeće tvorine“.

Već u najstarije doba obožavahu narodi gore ili ih smatrahu prebivalištem bogova. Svi su narodi motrili planine s njekim strahopočitanjem, tvrdo uvjereni, da ne ima dostojnijega mjesta za stanovanje bogova, nego na vrhuncih visokih planina. Ne iztiču li se velegorja njekim veličanstvom i svemožnosti, napose nebotični vrhunci, zaokruženi koprenom oblaka? Ne čini li nam se, kao što kaže Byron, da samo nepromjenljivost gospoduje na planinah i da na visokih glavicah stoluje ukočena vječnost, oko koje se na okolo sjaju ledene dvorane. Imena: Sinaj, Horeb, Morija Gilead, Sion, Karmel, Golgota i Tabor bit će mila kršćaninu, dok bude svieta i vieka. Već najstarije Indijske pjesme slave „svjetsko brdo“ visoki Meru kano uzvišeno priestolje bogova Brahme, Višne i Sive i kao pozorište junačkih zgoda, o kojih nam priča Mahabharata. Pik Lofeu u Kitaju, vulkan Fusi-Jama u Japanu svete su gore tamošnjim narodom. Samanala i Sripáda ili tako zvani „Adamov šilj“, s kojega je prekrasan vidik na „krunu Indijskih zemalja“ i „otok mirodija“, od vajkada su sveta brda. Na jednoj od najviših glavica Adamova šilja podigao se drveni hram prikopčan verigami o granitne klisure. Ovamo je po njekoj priči Muhamedovskoj i Izraelskoj iz raja protjeran bio Adam da pokoru čini; s toga vrhunca da je za svoje pokore vidio posljednji put preko sedam nebesa raj, odakle je bio izagnan. Na tom je vršku ujedno i klisura, s koje se Budha popeo na nebesa, ostaviv tu trag svoje poldrugi metar duge stope. Jermencu je Ararat sveto brdo, a Elburs sljedbeniku Zarathustrova nauka, Samanala Buddhisti, a Hindu štuje gorske klisure,, koje kriju izvor sv. Gange. Na pećini u Kavkazu prikovan je Prometej, jer je oteo nebesam vatru. Na Etni bijaše dugo tvrdjava titana, — Olimp je dražestno sielo Grčkih bogova, a pjesnici dozivlju Apolona uviek s li-

cem, okrenutim k Parnasu. Priča je neumrlom slavom ovjenčala goru Idu, kolievku Jupitrovu, a slavni su Helikon i Pind, gdje su po gajevih i dubravah vile kolo vodile.

Kad su već uljudjeni Grci na toliko cienili svoja gorja, s kolikim će strahopočitanjem poštivati goru tek divljak, komu su pećine na gorskih obroncih pristaništem, kao što su grane od drveća gniezda pticam. Divljak misli, da strahotni gorski vrhunac nad njegovom pećinom gospoduje daleko nad cielim svietom, s toga s njekim ponosom nazivlje planinu svojim dobrim otcem, zaštitnikom, dapače i bogom. Naš narod priča, kako su se u goru povukle vile, dobri i zli dusi. Narod pjeva o vilinskih dvorih na Lovćen planini. Vile i vještice da se u Sriemu kupe u gori vrh sela Molovine, u Hrvatskoj pak na starcu Kleku, a vrh Velebita da je vrzino kolo, na kom „vile tance izvode“.

Današnji sviet doduše ne obožava gorja, ali ih tim nježnije ljubi. U naše je doba prava strast zavladala, popinjati se na planine Svake se godine na hiljade visokih vrhunaca popinju smioni turisti, ne računajuć ovamo bezbrojne niže i lako pristupne gore, koje polaze ljudi bez velikoga napora. Planinska družtva šire se na sve strane pod vodstvom znamenitih učenjaka, a svrha im je svladati nepristupne tako rekuć gorske vrhunce. Planinska su družtva raznih naroda već mnogo privriedila za upoznavanje gorja izdavanjem zemljovida i drugih knjiga. U njihovih ćeš godišnjih izvještajih naći ovamo dragocjene pouke o pećinah i plazurih planina, onamo opet zanimljive opise neobičnih doživljaja u planinah. Ogromna gorja sa svojimi cvjetnastimi tratinami, ukoćenimi klisurami i blistavimi plazuri, stolujuć u pustoj samoći visoko nad rodom ljudskim, bijahu njekoć strah i trepet goranom a dolincem nepoznati krajevi. No u naše doba zaputili su se u te gorske krajeve učenjaci i turisti, a danas hrli sve za njimi, sve čezne za planinami. Prokušani vodići vode bojažljive strance sigurno i okretno u unutrašnje tajne planinske, a orao oblietajuć najviše vrhunce začudjeno motri, kako se dan danas visoko u planinah barjak vije i kako se visoko podigao kameni spomenik, koji javlja svietu o trudu i nastojanju smionoga planinca. „Kad budu danas sutra Alpe, Himalaje i druge težko pristupne planine svestrano poznate, tada će biti izvještaji planinskih družtava i opisivanja naših turista druga Ilijada. Kao što nam ova crta slavna djela Trojanskih junaka, tako će nam ona slikati vanrednu smionost i junačtvo Tyndalla, Tucketta, Whympera, Coaza,

Theobalda i drugih heroja te veličanstvene epopeje — upoznaje planina".

Planine pružaju onim, koji ih polaze, raznovrstnih duševnih užitaka, koji su to veći, što jače tko pojima raznolikost prirodnih pojava. Popinjuć se na planine učiš izplavine bud vodom bud pako sniegom, vidiš, kako se giblju i u doline spuštaju plazuri obrubljeni gorjem, ili se pak diviš vodoravnim i okomitim raznovrstnim naslagam, napose silnim slojevom granita. S visoka vrha motriš sastav planine u njezinoj cjelini s ponori, gudurami, prodoli, snježnimi obronci, šumami i livadami. Odavle jasno spoznaješ korita i prodole, koje je voda pomoću zraka tako rekuć urezala u goru. Tu vidiš djelovanje prirodnih sila tečajem mnogo tisuća godina, „jer nijedna gora nije danas onakova, kakva je bila odmah iza svoga postanka". Kada smo ovako prošli planinom, laglje shvaćamo razne hipoteze učenjaka o dizanju, spuštanju i previjanju zemaljske kore, o postanku gora, napose o postanku granita, porfira itd.

Odkada su se unapriedila obćila, a ljubav se k prirodi sve više širi, postale su planine srednjo-evropske, kamo se još do nedavna nije nitko usudio, privlačivim magnetom za čitav naobraženi sviet. Švicarska je upravo radi težko pristupnih gora, koje su se poput orijaškoga bedema pružile med sjevernom i južnom Evropom, postala dan danas stjecištem naroda Evropskih. Ljeti je Švicarska puna na hiljade i hiljade stranaca, a taj se broj svake godine sve više množi. Vevey, Luzern, Interlacken proslavljena su mjesta, kamo hodočaste nebrojeni prijatelji planinske prirode. Dapače i sa zapadnoga kopna dolaze putnici, da se nagledaju prekrasnih Alpinskih jezera, imenito Ženevskoga i Četirikantonskoga jezera, zatim da se naužiju vidika sa Rigija i da se nadive sniežnim obronkom Jungfrau gorja, Rodanskoga plazura i ledene Monte Roze.

3.

Sama visina ne podaje sve ljepote gorju. U prvom redu čine goru milotnom kao i veličanstvenom nabori i položitost slojeva, korita i udubine obronaka, zievajuće provale i ždriela, strme visine i napokon na podnožju gorja široke doline, koje svojom oprekom povećavaju velebnost gora. Raznolikost crta i oblika, koja se ističe na gori od podnožja do vrha, podaje joj znak života i veličine, kojega prvobitno ne ima. Kao što balvan mramora dobiva oblik i život dlietom umjetnikovim, tako se prvobitno jednolična gorska

masa polagano djelovanjem zračišta i vode pretvara u one ponosne gorske oblike, koje su naši predji obožavali. Svatko si može bez truda i muke predočiti promjene, koje su morale izvesti doline i svakovrstne udubine u obliku gora, ako proputuje takove vispoljane, koje su još na jednom kraju sačuvale značaj visoke ravnice, dočim se na drugom kraju vrletno raztrganimi stienami prema nizini sunovraćuju. Takovih gora imade još dosta na središnjoj vispoljani Francuzkoj, u Auvergni, zatim u Juri i u Rauhe Alp u Bavarskoj i Wirtemberžkoj. Na jednom se kraju tih gorja vide dugi kameni obronci neplodne plohe, jednolični obzor — nigdje ni traga životu. A kad stigneš na drugom kraju do ruba vispoljane, vidiš nenadano pod svojim nogama ponor nad ponorom, na stienah i med razvaljenimi pećinami ponikve i kotline, u kojih se voda sakuplja, dolje su u sumračnoj dubljini jelami zarasle stupnjevine, kukovi, bočine i ljeskavi potoci, koji se divljimi gudurami prodirući pjene, napokon duboko na dnu ždriela eno posve drugi sviet: pitoma široka dolina, sred koje se rieka poput zmije provlači, na okolo pak se izmjenjuju polja, vinogradi, busen, grmlje i napučeni gradovi i sela.

A kako su nastale doline, kotline, ždriela i ostale udubine u gorah? To je pitanje u uzkom savezu sa pitanjem o postanku gora. Ovdje ne ćemo o tom obširnije razpravljati, pošto su već o tom čitatelji Matičinih djela svestrano upućeni iz „Slika iz geologije“. Spomenut ćemo samo u obće, da su njeke tih udubina postale zajedno sa gorami ili kao prvobitni nabori slojeva, kao pukotine i razsjeline kamenja, ili kao unutrašnje šupljine, koje su se kašnje porušile; druge su pak postale polagano tiekom vremena djelovanjem sniega, leda, kiše ili vode tekućice. One prve, koje su nastale zajedno sa gorjem, zovu se prvobitne ili o r o g r a f i j s k e d o l i n e, a ove druge e r o z i j s k e d o l i n e, jer ih je voda izdubla. Dakako da imade i takovih udubina u gorah, koje još niesu dovoljno izpitane.

Doline se obično diele na duguljaste ili uzdužne, i na popriečne doline ili prodole. One idu uzporedno sa bilom gorskim, a ove prodiru poprieko glavnoga bila u unutrašnjost gora. Uzdužne su n. pr. Rodanova dolina u Walisu, dolina prednje Rajne i Engadin, doline Salze, Aniže, Drave i Mure; popriečne su pako dolina zadnje Rajne, doline Reuse i Ticina, dolina Rodana izpod Martignia, dolina Rajne izpod Chura, dolina Adiže itd. Razlika med uzdužnimi i popriečnimi dolinami bez sumnje je u uzkom savezu sa prvobitnim postankom i sastavom gorja. Uzdužne doline kažu redovito medju, koja razstavlja goleme uzvisitosti; one su prvobitne praznine ili rupe u velikanskom

sastavu gora, prama kojim se spuštaju s obje strane podignuti slojevi, ili kao što Reclus kaže, „na koje pogledavaju s obje strane podignuti gorski orijaši“. Tako je duboka brazda Vališka, koja razstavlja gorske sklopove Finsterachorna i Jungfrau od silnih gorskih gromada Monte Roza i Montblanka, koje pripadaju posve drugačijoj geoložkoj tvorbi, posve očevidno u glavnom postala zajedno s timi gorami; a i duboka uvala Zenevskoga jezera, koje se pruža poput polumjeseca med Alpami i Jurom, takodjer je bez sumnje nastala umah sa Svicarskimi gorami. I mnoge popriečne doline su mogle nastati sa gorami. Ali one su pukotine i kotline, na koje se raztrgalo tlo bud za podizanja zemaljske kore, budi pak za sliedećih doba.

Raznoliki oblik dolina ovisi ponajviše o kamenju, koje voda izpire. Tamo gdje je to kamenje pješčenjak, granit, škriljavac ili bazalt istoga sastava, ter se jednako opire djelovanju vode, utire voda sebi put u podobnih zavojih, koji se zakreću sad k ovoj, sad opet k onoj obali. Saştoje li pak pećine od kamenja raznolike tvrdoće i ako su presječene drugim kamenjem, onda se naravno zajazi voda i sakuplja u jezero, dok ne prodre nasipa rušeći se krozanj u dol poput rieke bujice. Tako nastaje tiekom vremena čitav niz kotlina, koje su jedna nad drugom. U njekih ima još dielomice vode, druge su opet posve prazne, sve su pak spojene uzkimi klanci, kojimi šume potoci. Tako postupno nanizanih kotlina ima u svih gorskih priedjelih. Uzke provale, koje spajaju takove kotline, zovemo prodori ili prosjedi, ter ih ima osobito mnogo u vapnenih gorah. Med najljepše prodore u Evropi ide 17 sati duga od Bazijaša do Kladove na Dunavu Klisura, koja završuje opasnimi brzicami „željeznih vrata“. Ogromne pećine, vrleti, grebeni, silne hridi, jaki virovi, neobično jak pad vode u jednoj sekundi 3—5 metara; sve to čini kraj vanredne uzine rieke prema njenoj dubljini plovitbu tim klancem još i dan danas opasnom. Najveličanstveniji prosjedi na zemlji bez sumnje su tako zvani „Canoni“ u sjevernoj Americi, o kojih ćemo obširnije govoriti u poglavju o riekah.

Klanci ili prelazi isto su tako kao i doline ili prvobitne pukotine u uzdignutih slojevih, ili su u mladje doba nastali uvalami ili pak izplavinami. To je i razlog raznolikoj podobi klanaca. Često se o tom razpravljalo, niesu li u kakvom odnošaju šiljevi vrhunaca sa visinom klanaca u pojedinih gorjih. Doista, ako oluje, snieg i vode manje više glodju i deru gorja, mora da su i gorski klanci, nastali od tisućljetnih izplavina u raznih gorjih, sad niži, sad opet viši. Tako se n. pr. u Montblanku odnosi srednja visina vrhunaca prema srednjoj

visini klanaca kao 1,28 : 1, u Monte Rozi kao 1,43 : 1, a u Jungfrau gorju kao 1,62 : 1. I najviši vrhunac odnosi se raznoliko u raznom gorju prema najnižem klancu. Dočim se n. pr. u Tödi rpi odnosi kao 2,68 : 1, u Tessinskih je Alpah razmjerje kao 1,53 : 1. U obće je visina najnižih i najdubljih klanaca u Alpah po prilici ravna polovini visine na okolo se dižućih vrhunaca, dočim iznosi u Pirenejih dvie trećine susjednih vrhunaca. Najznamenitije udubine, koje razstavljaju Alpe na razne rpe i prema kojim se spušta još mnogo manjih prodora, prouzrokuju tolike opreke, da se to velegorje srednje Evrope iztiče nad sva ostala gorja na zemlji svojim veličanstvom, velebnošću i raznolikošću. Pireneji su n. pr. mnogo jednoličniji nego Alpe, ter su svojimi razmjerno visokimi klanci pravi tip Kordiljera.

Vrlo su zanimljiva opažanja njekih učenjaka, kako se najdublje urezani klanci njeke gorske rpe prostiru upravo nasuprot najvišim vrhuncem napramnoga gorja. Tako se otvara 2010 met. visoki Simplonski klanac upravo nasuprot 4167 met. visokom Jungfrau gorju, a 2183 m. visoki Gemmi, najdublji prelaz Bernskih Alpa, vodi u Rodansku dolinu upravo nasuprot 4630 m. visokoj rpi Monte Roza. Isto se tako otvara 1917 met. visoko Lukmanir sedlo prema vrhuncem gorja Tödi, a klanac Julier nasuprot visokoj gorskoj rpi Bernina. Taj zakon u poredanju klanaca dade se donjekle protumačiti, što se najviši vrhunci obično dižu na najširih i najčvršćih temeljih i što se s toga gorski potoci oko njihova podnožja vijugaju, dočim se na nasuprot ležećih obroncih to jače opažaju posljedice izplavina, ter su uvale to dublje u unutrašnjost gora urezane. Tiekom stoljeća razviše se dakako opreke obiju napramnih gorja do velike vrletnosti. U Pirenejih dade se taj uzajamni odnošaj med vrhunci i klanci dviju razstavljenih gorskih kosa zbog jednolične njihove gradje i zbog razmjerno visokih prelaza samo na njekih tačkah dokazati, ali ipak ima i tamo neoborivih dokaza za taj zakon. Tako se n. pr. otvaraju vrata Venasque upravo nasuprot Maladetti a duboki klanac Puy-Moren nasuprot vrhuncem u gorju Fontargente. Spomenuti zakon o poredanju klanaca jest posebni slučaj Buffonova zakona o zavoju ili krivudanju dolina. Izbočeni kuk njeke gorske kose odgovara prodoru u nasuprotnoj kosi; vrhunac se diže nasuprot sedlu, kupovi najviših vrhunaca odgovaraju najdublje ležećem sedlu.

Opažanja i prispodabljanja reliefa (propupa) gorskih kosa, koja su zemljopisci poduzeli već od Humboldta, ne tiču se samo visine vrhunaca i klanaca, već takodjer popriečne ostrmine obronaka. Pravi opad njekoga gorja je naravno ona krivudasta i raznoliko nagnuta crta,

kojom teče voda od sedla do duboko ležećih nizina. Ipak ta manje više krivudasta crta ne naznačuje nipošto pravu ostrminu gorja; ova je pače idejalna crta, povučena poprieko kroz pokrajne vrhunce, sedla i doline od vrhunaca glavnoga bìla do podnožja prigorja, koje dopire n̓ajdalje do ravnice. Ta idejalna crta nije nikada tako nagnuta prema obzoru, kako bi čovjek sudio po vanjštini obronaka i jakoj opreci med visi i dolinami. S toga pretjeruju risari i slikari pravi relief gorja dvostruko pače i trostruko, samo da predoče utisak, što ga u istinu gorje na motritelja čini. Tako n. pr. sa Francuzke strane opada Jura, kojemu su obronci u cielosti dosta položiti, od vrhunca Mont Tendra do grada Arbois u svem samo za 1307 metara, ili za 2,6 m. na 10 metara, što je i za cestu još dosta slaba ostrmina. Obćenita ostrmina Pireneja je upravo dva puta tolika, pošto od vrha Mont Perdu do ravnice Tarbes u upravnoj daljini od 58 km. iznosi 3042 met. ili 5,2 m. na 10 metara. I ta je ostrmina znatno manja, nego li mnogih gorskih cesta, pače manja od njekih željeznica u Alpah (Mont Cenis, Sv. Gotthardt). Najjače se ostrmljuje gorje u Evropi u Alpah i to prema ravnicam Piemonta i Lombardije. Od vrha Monte Roza do ravnice Ivrejske iznosi poprieční opad preko 10 met. na 100 met.; a prikazuje se kao strahotni kaos tornjeva i piramida, koje su naslagane jedna preko druge.

Zemljopisci nastoje u novije vrieme mnogo o tom, da pronadju popriečnu visinu svih vrhunaca, svih sljemena i podnožja pojedinih gorja kao i popriečnu visinu svih kopna. Svakomu je jasno, kako bi ti brojevi znameniti bili za sravnjujuća iztraživanja o postanku i djelovanju raznih gorja na prirodne odnošaje i na organički život. Humboldt je prvi upozorio na to, kako nam se na oko slično sastavljena gorja Alpe i Pireneji u svjetlu spomenutih popriečnih brojeva posve različitimi prikazuju. Najviši vrhunac Pireneja Pik d' Anethou je visok 3500 met. a najviši Alpinski vrh mjeri preko 4800 met. visine. Toj medjutim razlici najviših vrhunaca ne samo da ne odgovara popriečna visina klanaca, već je upravo obratna: u Pirenejih sa 2500 m., više dakle nego li u Alpah sa 2400 met. Odatle pak sliedi, da visinom vrhunaca neznatnije Pirenejsko gorje ima više i teže prolazno bilo nego li Alpe.

Popriečnu visinu kopna sudio je Laplace na 1000 metara, Humboldt je pak pojedina kopna ovako mjerio: Evropu 205 met.. Ameriku 258 met., a Aziju 351 met., za Afriku i Australiju nije označio popriečne visine, jer su ta kopna za onda bila još vrlo slabo poznata. Dan danas, pošto su već mnogo poznatija oba ta

kopna, može se uzeti za Afriku ista popriečna visina kao i za Aziju, a za Australiju po prilici kao i za Evropu. Nedavno je G. Leipoldt u Dresdenu Humboldtove brojeve za Evropu tačno izpitao i na temelju novijih mjerenja proračunao popriečnu visinu za pojedine države kao i za cielo kopno. On je proračunao za Evropu popriečnu visinu 296·8 met., dakle za 45% više, nego li Humboldt. Sliedimo li Krümmela, koji drži, da su i ostala kopna poput Evrope viša za 45%, nego li je Humboldt računao, to ćemo dobiti ove vjerovatne brojeve za pojedina kopna:

Evropa	popriečna	visina	300	met.
Azija	"	"	500	"
Afrika	"	"	500	" (530 met. po de Lapparentu.)
Amerika	"	"	410	"
Australija	"	"	250	"

Po tom iznosi popriečna visina svih kopna obzirom na njihovu veličinu 440 metara.

Oblici gora vanredno su raznoliki bud po svojoj visini i po geoložkom sastavu, budi pak prema jakosti i smjeru, kojim su se uzdigle. Gotovo svaki vrhunac izgleda drugačije, te bi za pravo morali za svaki oblik drugo ime uzimati. Ali tomu nije tako i to ponajviše s toga nije, jer nijedan jezik ne obiluje riečima, koje bi tačno označivale dotični oblik vrhunca. Razlog je tomu, što napučenija mjesta i gradovi, u kojih se jezik ponajviše razvio i usavršio, leže obično u nizinah ili brežuljastih priedjelih, daleko od planina. Ne ima sumnje, da bi jezici raznih naroda bili bogatiji izrazi za razne gorske oblike, da se iz velikih gradova vide vrletni vrsi planina. I naš narod u planinskih krajevih imade bez sumnje takovih izraza za gorske vrhunce, koji niesu još našoj knjizi poznati. U Španjolaca, Talijana i južnih Niemaca opaža se veliko obilje i tančina izraza za gorske oblike, jer živu na očigled visokih planina, ter im se je prema tomu i jezik razvijao. Tako je Humboldt do trideset imena iz Kastilskih pisaca naveo za razne gorske oblike. Žitelji Pireneja i Francuzkih Alpa imaju takodjer u svojih narječjih mnogobrojne izraze, od kojih svaki tačno označuje pojedine gorske oblike. Mnogi tih izraza ostatci su staroga keltskoga i iberskoga jezika, ter bi se mogli i u književnom jeziku upotrebljivati, pošto su u običaju u dalekih krajevih od Walisa do Pireneja.

U našega su naroda najpoznatija imena za razne gorske oblike sliedeća: čunj, oblaj, dubčasti čunj, pločasti vrh, šljeme, ravna gora, batrice ili gredine, položiti ravanak, rivina, nos, kuk, ćuka, toranj,

zub, itd. Pogledamo li razna gorja, opazit ćemo, da gotovo svako ima svoje posebno lice ili fizionomiju. Koliko li ima raznih oblika počevši od prijatno se dižuće Zagrebačke gore ili pak Brockena u Harzu i ravnoga pećinjastoga čunja Sniežke do tornju naličnih vrhunaca u visokoj Tatri, od valovitih glavica u Durinžkoj šumi do nebotičnih šilja u Andah, koji se dižu nad golimi pećinjastimi stienami. A tu niesmo niti spomenuli vulkanskih gora, koje se opet posebnimi oblici ističu. Čitamo li o gorskih iglah, zubovih, rogovih, to ne smijemo doslovce te izraze uzeti, ali onaj, koji nije nikada vidio Materhorna ni Pik du Midia ipak će po spomenutih prispodobah dobiti time slab pojam, kako se te pećine smjelo dižu nebu pod oblake.

Veličanstvo gorja ne visi samo o absolutnoj visina gorja. Tako n. pr. motrimo li Himalajske orijaše sa Tibetske vispoljane, ne čine se ni iz daleka tako veličanstveni kao n. pr. mnogo niži Pik Tenerifa, kad ga s mora motrimo. U planinah imadu vrhunci ponajviše oblik šilja kao Ortler, Adamelo, ili roga kao Grosglokner i Grosvenediger, glavice i ćunja kao Klek ili Oetscher, kupule kao Königsspitz, ruba kao Materhorn i Mont Cervin, Byronu ideal prave gore, zatim oblik dvostranoga roga kao Hochschober, dvostrukoga roga kao Watzman, panja kao Monte Roza itd. U pojedinih gorjih ima često iste vrsti vrhunaca. Tako n. pr. ima u Alpah najviše šilja i rogova, koje oštri grebeni upravno ili u polukrugu spajaju. U Pirenejih su poredani vrhunci i grebeni oko dubokih kotlina. U Kavkazu, gdje ima mnogo tragova vulkanizmu, pričinjaju se pojedini vrhunci mnogo samostalnijimi u spodobi glavica i čunja. U Kalifornijskoj Sieri Nevadi ističu se ponajviše kupule, nastale razpadanjem granita. Vrhunci vulkanskih gora ponajviše su plosnate kupule i čunji. U srednjih gorah niesu oblici vrhunaca u obće tako raznoliki; oni su većinom ponajviše zaokruženi, poravnani, te se slabo ističu. Što se tiče gradje, od koje sastoje vrhunci, spomenuti nam je glede Alpa, da su najviši vrhunci koje od granita, koje pak od uslojenoga kamenja (Materhorn, Ortler). U Himalaji se čini, da su najviši vrhunci od granita, dočim ima u Dekanu i u Tibetu mnogo lave. U Andah se diže vulkansko kamenje nad granitnim, a u Kordiljerah su takodjer njeki najviši vrsi od granita. U obće se čini, da je jezgra većine gorja od granita.

Popinjući se gorja svojimi vrhunci u atmosferske visine dotiču se sve hladnijih krajeva. S toga, što pada toplina svakih 100 met. visine za 1° C., nastaje na gorskih obroncih velika raznolikost podneblja i flore. Padanje topline u viših priedjelih zračnoga mora krasi

gorja novimi posebnimi dražestmi; k ljepoti njihovih oblika pridružuju se još opreke njihovih šuma i plazura, i sniežnih poljana. Zima na visokih gorah uzrokom je, da tamo ljudi ne obitavaju. Nikada se još nije nitko popeo na vrhunce Karakoruma ili Himalaje, a niti na najviše vrhunce u Andah; pače med skromnimi vrhunci naših Alpa ima ih još amo tamo, na koje se zbog množine sniega i plazura nije još nitko popeo. Trajne su dakako naseobine ljudske mnogo niže od vrhunaca. St. Veron i Gurgl najviša sela Francuzke i naše monarkije leže u visini od 2000 dotično 1889 met.; u Švicarskoj leži selo Cresta u Engadinu 1949 met. visoko a samostan sv. Bernharda, sagradjen već prije više stoljeća da prima zabludjele i obumrle od zime putnike, leži još mnogo više, naime 2462 metra. Samostan pak Haule, u kojem stanuje 20 tibetskih kaludjera, najviše je obitavalište na zemlji, visoko 4565 met. Izuzev sv. Anu u Boliviji ne ima u Andah sela, koje bi tako visoko ležalo.

Turisti, koji se popinju na visoka gorja, ne stradaju samo zbog vanredne zime, već i drugčije kadkada trpe razne boli i muke, koje potječu od rjedkoće zraka. Posve je naravno, da čovjek u visinah, budući tamo tlak zraka za trećinu ili pače za polovinu manji nego li u nizinah, s te nagle promjene osjeća mučnine, imenito jer se i drugi uvjeti života promiene, naime toplina i vlaga zraka. Smjeli i snažni turiste kao Tindal i mnogi drugi, koji niesu nikada osjetili tako zvane gorske bolesti, izrično nieču, da bi toj bolesti koji drugi uzrok bio osim umorenosti. Jules Remy našao je jednu jedinu goru u Andah naime 4257 met. visoki Cerro de Pasco, gdje je opazio, kako gorska bolest zvana puna (chacuá ili soroche) znatno djeluje na čovječji organizam. Konji, mazge, magarci i volovi trpe u tom kraju upravo tako, kao što i čovjek, dočim je u još viših priedjelih čovjek posve zdrav. Po tom bi u onom kraju osobiti upliv tla prije bio uzrokom bolesti, nego li riedkost zraka. Medjutim se čini po opažanjih mnogih turista i po iztraživanjih Roberta Schlagintweita, da se gorska bolest takodjer u drugih kosah u Andah a ne samo na spomenutoj gori osjeća. Obično se opaža djelovanje „soroche“ na obroncih Kordiljera u znatno nižih krajevih, nego li u Himalaji. U ovom gorju počinje čovjek osjećati mučnine tek u visini od 5000 met., dočim u Andah mnogi već u visini od 3250 met. i 3500 met. obole. K tomu se bolest u Američkih gorah mnogo žešće javlja, nego u Himalaji. Uz slabljinu, glavobolju, težko disanje, što se sve osjeća u Himalaji, spopada čovjeka u Andah nesvjestica, vrtoglavica, a krv mu navali na usta i oči. Zrakoplovac u balonu,

jer se ne umori kao turista, ne osjeća gorske bolesti u visinah od 6000—8000 met., nu u visini od 10.000 met. spopadaju ga mučnine, pak ako bi se još više dignuo, bez sumnje bi platio svoju smionost životom. Tako se eto dva do tri kilometra nad našimi glavami širi priedjel smrti, a velegorja dižu ponosno svoje blistave vrhunce ća u te strahotne prostore.

Promjene, koje se djelovanjem vode i atmosfere dogadjaju na gorjih, čine se u prvi mah neznatne. Gore, koje se spominju na prvih povjestnih spomenicih, dižu ponosno još i dan danas kao njekoć svoje vrhunce. Već je izteklo preko 30 stoljeća, što je Mojsija djecu Izraelsku sabrao na podnožju Sinaja, a ogromna pećinjasta gromada toga gorja strši danas kao i onda nebu pod oblake; još i danas kao i u vrieme starih Grka jest Stromboli svjetionik na Tirenskom moru. Pa ipak i te goleme gorske kule, koje tako gizdavo motre obitavališta ljudska u nizinah i kojim se na obroncih oblaci povlače i gromovi tutnje, troše se i razaraju, te se snizuju po malo od onoga časa, čim prestaju djelovati sile, koje ih iz utrobe zemaljske podigoše. Obćenitom težom, koja neprestano nastoji sve na zemlji izravnati, podpomagane atmosferske sile trajno i neumorno gorja razaraju. One dubu doline i jaruge, otvaraju prelaze u šljemenih i podkapaju vrhunce nenadanimi prolomi ili laganimi ali uztrajnimi izplavinami. Prije ili kašnje spasti će Himalaja i Ande, te orijaške zemaljske zidine, na jednostavni niz brežuljaka, kao što se to dogodilo mnogim starijim kosam, koje su bile takodjer njekoć glavne osi uzvisitosti zemaljske.

Ne ima gotovo strašnijega pojava na zemlji, nego li je onaj, kad se gorje ruši i urva u doline. Takove se katastrofe spominju kroz stoljeća. Pak doista, ne može ništa u prirodi strašnije djelovati na čovjeka. Strme, visoke pećine, koje se dižu nad milotnimi poljanami, odkinu se naglo i lete strašnim praskom preko obronaka u dol. Padajući uzvitlaju silnu prašinu, naličnu na oblake pepela, koji se uzdiže iz vulkana; strašna tmina pokrije nenadano veselu i pitomu dolinu; još se ne sluti strašna nesreća, osim što se tlo trese i stienje puca udarajući kamenje o kamenje. Kad se napokon prašina razriedi, vidiš pred očima kup pećina, kršja i razsulina, gdje su malo prije bile zelene graševine i plodonosna polja. Rieka u dolini ne može da dalje teče, već se zajazila, ter načinila mutno jezero; gorske su se stiene posve promienile: tamo gdje se još pojedine razsuline ruše, vidiš nove pukotine stiene, od kojih se odkinuo čitav brieg. U Alpah, Pirenejih i u ostalih velegorjih ima malo do-

lina, u kojih se ne bi već po više puta takove katastrofe dogodile. U starom je vieku na taj način nastradao rimski grad Veleja, Piacenzi na jugu, zatim grad Taurunum. koji da je ležao na obalah Ženevskoga jezera. Godine 1248. nastradala su od takove katastrofe 4 sela nedaleko Chamberya. God. 1618. pokopala je gora Conto 2400 stanovnika u selu Plursu kod Chiavenne. Strašna je katastrofa stigla g. 1806. na sjeveru Rigia selo Goldan s okolišem. Tom je zgodom zaglavilo do 1000 stanovnika, a gorje se tako naglo rušilo, da su iste ptice u zraku poginule.

Makar da su takove urvine gorja strašne i geoložki dosta znamenite, ipak su neznatne prema polaganomu djelovanju atmosfere, plazura i vode tekućice. Ovo su naime neumorno bez oduška djelujuće sile, koje su nam otvorile unutrašnjost pećina i izduble one žljebove, korita, gudure, kotline, prosjede i doline, koje čine toli raznolikim i zanimljivim sastav govja. Kroz tisuće ljeta, kroz čitave geoložke epoke neprestanim svojim djelovanjem snizuju one gorske vrhunce raznoseći njihove razsuline na sve strane preko ravnica i nizina do morskoga dna.

XII.

Vode.

Kako su stari filozofi visoko cienili vodu. — Razna svojstva vode. — O boji i čistoći vode. — Da li je danas toliko vode na zemaljskom površju kao njekoć. — Hoće li jednom nestati vode na zemlji. — More obćeniti reservoir (sabiralište) vode. — Da li se mienja objem mora. Lemurija. — Premda je morsko lice vodoravno, ipak more nije svuda iste visine. — Čega ima u morskoj vodi. — Srebro, sol i razni plinovi u moru. — Sladke vode sred mora. — Boja i prozirnost mora. — Svjetlucanje ili fosforescencija morske vode.

Voda je prauzrok svim stvarim. Iz vode je sve i u vodu se sve vraća. Timi je riečmi prije dvie tisuće godina označio Thales Milećanin znamenitost vode. Rimski je mudrac Seneka rekao: „Da čitav sviet izgori, to bi, pošto bi plamen ugasnuo, preostala jedina voda, u kojoj bi ležala klica novomu životu.“ Drugi opet mudraci niesu doduše jedinu vodu držali glavnim počelom stvari, ali su joj ipak pripisivali znamenitu ulogu, čim su ju, kao što smo gore spomenuli uz kopno, zrak i vatru brojili med počela tvari. Ta je medjutim nauka tek u 18. stoljeću oborena po Cavendishu i Lavoisieru, koji su dokazali, da je voda tekućica sastavljena od dva plinovita počela: kisika i vodika.

Poznato je, da je prema toploti i tlaku voda sad tekućica, sad čvrsta kao led ili pak plinovito-pruživa. Nadalje se znade, da voda ne razstavlja samo čvrsta tjelesa u njekoj množini, već da i plinove upija, pače da raztvarajuća sila vode upravo najviše promiče i lučbene promjene na zemaljskom površju. Bez vode ne bi mogle živjeti biline a niti životinje; gdje ne ima na zemlji vode, kao n. pr. u pustinjah, tamo gospoduje smrt, životu ne ima ni traga. Vanredno je znamenito, što voda mnogo zraka upija i to izmed obiju zračnih počela kisika i dušika upija razmjerno mnogo više kisika. Ta veća bi reć srodnost sa kisikom osobito je važna za organički život u vodi. Odstrani li se iz vode vrienjem zrak i pusti li se, da voda opet ohladi, to poginu za kratko vrieme ribe, koje u vodu stavimo.

Grijemo li vodu počevši od 0°, to se ona s početka ne širi kao ostala tjelesa i ne biva specifično laglja, već se suzuje sve više i više do toplote od 4° C., te biva gušća i specifično teža; tek za veće toplote pada joj gustoća. Kad se voda počne smrzavati, izhlapljuje usisani zrak, a isto tako izlučuje razstavljene česti raznih soli. Čista i prosta od zraka voda ne smrzne se odmah, čim je ohladnjela do ledišta; ona pače može ohladnjeti do 10° C. pa ipak ostane tekućicom. U takovom medjutim slučaju smrzne se voda smjesta, čim se malo potrese.

Voda nije podnipošto posve bez boje, već je, kao što je najprije Bunsen dokazao, posve modre boje. Spomenuti je kemik opažao tu boju, kad je kroz dva metra dugi stup vode promatrao biele komade porculana. Wittstein je nadalje dokazao, da je voda to više modre boje, što ima u sebi manje ustrojnih česti. Ako se umnoži u vodi broj tih česti, to prelazi modra boja u zelenu, a zatim pošto modrine sve po malo nestaje, u tamno-smedju. Voda atmosferskoga podrietla je u čvrstom obliku kao snieg i led modre boje. Plazuri Alpinski kao i na Islandiji i onda su modre boje, kad su okolišni sa plazura iztječući potoci zelenkaste boje. Što je voda čišća, to će prodiruće trakove svjetla teže razsijati; s toga bi morala absolutna čista i vrlo duboka voda posve crna biti i tek na površju bi se opažao odraz svjetla. Pustimo li trak svjetla kroz mali otvor u tamnu sobu, to ćemo ga poznati po razsvietljenih česticah prašine, koja se nalazi u zraku. Da ne ima u zraku ni mrve prašine, to ne bi niti opažali traka svjetla u sobi, jer mi ne vidimo svjetla već razsvietljenu prašinu. Iztražujemo li vodu tako, da pustimo kroz nju trak električke svjetiljke, to ćemo odmah opaziti, da se trak svjetla to bolje vidi, što je voda više nečista. Tako je Tindal dokazao, da ista prociedjena voda raznih družtva, koja obskrbljuju London vodom, nije ni iz daleka čista voda. On je pustio trak električkoga svjetla kroz boce napunjene takovom vodom, pak se u svakoj boci dobro vidio trak svjetla, dapače se u njekih bocah voda posve činila mutna. Dakako da nam se kod takovih pokusa odavaju samo čvrste česti, koje se nalaze u vodi, dočim ni ne opažamo raztvorenih u vodi nečistih tvari. Prispodobimo li s takovom umjetno čišćenom vodom naravnu vodu, to se moramo doista diviti čistoći ove posljednje. Ne ima mekaničkih sredstava, kojimi bi mogli vodu tako očistiti, kao što je voda na njekih mjestih Ženevskoga jezera. Kad je Tindal kroz bocu napunjenu tom vodom pustio trak električkoga svjetla, vidjela se u vodi samo posve slaba modra crta. Sigurno sredstvo, da se voda, puna kojekakovih primjesa, očisti, jest,

da se voda pusti posve u miru. Dakako za praktički život slabe je to vriednosti. Leupold je u Bordeaux-u pokuse pravio sa vodom iz Garone, te je pronašao, da voda, koju je nagrabio za povodnje nije za 10-dnevnoga absolutnoga mira još bila posve čista. Krupnije česti padaju svakako s početka brzo na dno, sitnije pak spuštaju se na dno vrlo polagano. Dan danas čiste vodu, kao što je poznato, na vrlo usavršeni način, ali kao što smo već spomenuli, ne postizava se ipak tolika čistoća vode, kao što su njeki izvori. Kod gradnje vodovoda treba dakle u prvom redu da se pazi na dobra vrela, pa makar i troškovi mnogo veći bili. Jedino ako su takove prilike, da se ne može do dobrih izvora, opravdano je, da se i prociedjena voda upotrebljuje. Najčišća voda prija dakako najbolje čovječjemu zdravlju, te je istinito, što je već Plinije rekao: „za čovjeka najprikladnija voda mora da izgleda, ako je moguće, kao zrak". On je takovom držao Marcijevu vodu, koja je „dobrohotnošću bogova Rimu darovana". Vrelo, iz kojega dolazi ta voda, izvire na Pelignijskih brežuljcih i ide preko Fučinskoga jezera. Anko Marcije je prvi priveo Rimu vodu iz toga vrela, koju još i danas jedan dio grada Rima pije. U Perziji drže najboljom vodom rieku Choaspes, pak se ta voda na svih putovanjih vozi za Perzijskim vladarom. Stara istina, da je najčišća voda čovječjem organizmu najbolja, ima amo tamo protivnika. Tako spominje Arago njeke prijatelje mutne vode. Ti su dokazivali valjanost i dobrotu mutne vode time, jer da ovce tek onda iz mlaka, koje nadju putem, piju vodu, pošto su mulj i blato nogom dobro zgazile! Čista kišnica, kad je dosta hladna, dobra je i pitka voda.

Voda je kao suvislo tielo nastala u vrlo rano doba stvaranja naše zemlje (Gen. 2.) po svoj prilici tako, da su se plinovite tvari električkim ognjem sgustnule. Često su učenjaci razmišljali o tom, da li je množina vode tečajem mnogo tisuća godina spala. To je svakako zanimljivo i važno pitanje, ali se na nj danas još ne da posve sigurno odgovoriti. Toliko znademo već i danas, da je zbog lučbene srodnosti vode sa rudami znatan dio tekućega elementa u krutom stanju. Sadašnja zemaljska kora sadržaje mnoge vode i mnoge česti atmosfere, koje su njekoć bile dielovi oceana i zraka. Ali tko bi mogao dokazati, nije li taj proces upijanja već davno prestao? Mnogi su učenjaci u razno doba naslućivali, da je prije morsko lice više stajalo, nego li danas, ali sigurno se to još ne može tvrditi. Nasuprot je svakako zanimljivo, što naš susjed mjesec na svojoj površini nosi jasne tragove, kako je njekoć bio pokrit vodom, dočim danas ne ima na njem vode poput naših jezera i

rieka. Ovo osobito rado oni spominju, koji našoj zemlji proriču doba, kad će posvema opustjeti i to onda, kad se sva mora kemijski sa kamenjem zemaljskoga površja za uviek sastave. Teoretički ne da se pobiti, da se na našoj zemlji postupno, dakako vrlo polagano umanjuje množina vode; medjutim je isto tako sigurno, da će prije nego li bi to ma kako moglo škoditi životu na zemlji, izteći vremena, pred kojimi posve izčezavaju dosadašnja doba u obstanku naše zemlje. A što će biti do onda, to nam može biti posve ravnodušno, jer nitko ne zna osim Boga odrediti, da li će sav rod ljudski, koji je još posve mlad, preživjeti ta vremena.

More, koje malo ne tri četvrtine zemaljskoga površja pokriva, obćeniti je reservoir (sabiralište) za svu vlagu, koja kola na zemlji. Voda se diže iz mora, obidje sve zemlje, te se opet nebrojenimi žljebovi natrag k moru vraća. Ništa ne može čovjeku podati slike o neizmjernosti kao pogled na nepregledno more. Ako bi medjutim možda držao tko ocean bezkrajnom vodenom pustinjom, ljuto bi se varao. Pustinja je, kao što smo već spomenuli, neprijateljica svakomu životu, a more je nasuprot u pravom smislu majka organičkoga života. Kao što kopno tako je i more sviet za sebe i to velik i vanredno bogat, koji uzdržaje bujan život, koji se javlja u različitih oblicih.

Danas razlikujemo, kao što smo već gore spomenuli, pet velikih mora, pak svatko misli, da ne može drugčije niti biti. U istinu su pak dugo vremena nesložni bili učenjaci u razdiobi oceana. Današnja dioba potječe iz god. 1845., te je u Londonu po odboru geografskoga družtva ustanovljena. Po tom se zove Atlantskim oceanom sva voda med oba polarnika, med Evropom, Afrikom, podnevnikom Iglene glavine, Amerikom i meridijanom gl. Horna. Indijskomu oceanu su granice na južnom polarniku na meridijanu južne glavine Tasmanijske i na meridijanu Iglene glavine. Veliki ocean završuje se na sjeveru kod Beringove ceste na jugu na polarniku, a na iztoku i zapadu ima granice, koje smo već spomenuli kod Atlantskoga i Indijskoga oceana. Oba ledena mora imaju za medje svoje polarnike.

Spomenute su morske kotline u glavnom po svoj prilici veoma stare. U pojedinosti su nasuprot tiekom mnogo tisuća godina bez sumnje mnoge promjene nastale, pak nas geologija jasno uči, da je u prijašnja doba na mnogih tačkah današnjega kopna ocean strujao, dočim su mnogi njekoć suhi krajevi propali u bezdno morsko. Geologija svjedoči, da je n. pr. u tako zvano Jursko doba protjecala sjeverno-zapadnu Evropu ogromna rieka, koja je svojim talogom

stvorila jedan dio Englezkoga tla. Hoćemo li po množini taloga zaključiti na ogromnost rieke, to nam je jasno, da je ta velerieka bila ravna najvećim riekam na zemlji. Danas ne ima spomena o toj rieci, ogromna njezina delta pokopana je najvećim dielom pod valovi Sjevernoga mora, a obale Evropskoga kopna tako su se podpuno promienile, da ne možemo ništa niti naslućivati o tieku ove njekadašnje velerieke. Slične su se goleme promjene zbile u Indijskom oceanu; barem su tako njeki naslućivali po ostatcih životinjskoga i bilinskoga svieta na otocih Madagaskaru i Cejlonu, da su njekoć u savezu bili i sačinjavali kopno, koje se Lemurijom zvalo, a tu da je bila domovina Lemurida (poluopica). K| tomu kopnu da su spadali otoci: Madagaskar, granitni sada propadajući Seychelli, Maledivi i Cejlon.; to se kopno pače možda protezalo do Keling otočja ili dalje na iztok. U najnovije se vrieme medjutim vrlo sumnja, da bi ikada kopno Lemurija bilo obstojalo. Napose se čini, da nije Madagaskar u blizoj geoložkoj prošlosti bio u savezu sa Cejlonom, jer se domovina poluopica proteže daleko preko njekadašnje tobožne Lemurije, naime daleko preko jednoga diela Afrike, pače joj ima tragova i u eocenskih (stariji slojevi novoga vieka) slovejih Utahske pustinje, u sjevernoj Americi. Nadalje se drži, da jedan dio Velikoga oceana struji preko njekadašnjega kopna, kojega najviši gorski vrhunci i danas iz mora strše kao otoci.

Promatramo li pobliže Evropu, uvjerit će nas neznatna dubljina mora med Afrikom i otokom Sicilijom, da se ondje njekoć doticala Evropa s Afrikom. Isto je tako uzka cesta Gibraltarska, koju njeke rieke širinom svoga ušća nadkriljuju, tek u mladje geoložko doba nastala, dočim je i tamo prije Evropa s Afrikom suvisila. Znamenite su se u obće promjene u zemlji zbile počevši od tercijarne (novovjeke) periode. Iza toga su se doba, kao što je P e s c h e l dokazao, kopna prema sjeveru širila, dočim ih je nestajalo na iztoku, zapadu i jugu. Znamenita je takova promjena u starom svietu, gdje se po malo dizala sjeverna Ruska Azija, po prilici dokle sežu tundre. Tamo se protezalo more u tercijarno doba do Bajkalskoga jezera, njekadašnjega obalnoga fjorda i do Altaja. Mienjale se medjutim ma kako tečajem mnogo tisuća godina [medje med vodom i kopnom na zemaljskom površju, to ipak ne ima nikakovih dokaza, da bi se to dogodilo iznenada, da bi kakove silne katastrofe oceanom druga korita opredielile, ili da bi čitava kopna tako rekuć propala. Dapače sve te promjene dogadjaju se tako polagano, da se mogu opažati tek iza duljega vremena. Što se tiekom godina niti ne opaža, nakupi se

kroz stotine i tisuće godina; novi se otoci po malo opažaju nad morskim licem, stare se obale gube u strujećih valovih.

Kao što svagdašnje izkustvo uči, površje je vode uviek horizontalno (razito). Spojimo li pomoću cievi više posuda, u kojih je raznoliki objem vode, to će se odmah opaziti ravnovjesje u svih posudah. Upravo je tako uviek u ravnovjesju nepregledno more, izpunjujući tako rekuć jednu jedinu kotlinu na zemlji. Ipak ne smijemo matematičkom strogošću tvrditi, da imadu sva mora isti niveau, jer je dokazana razlika u visini morskoga lica. Mimogred ćemo spomenuti, kako se diže more za $^1/_3$ metra od Kiela do Memela, što drže posljedicom zapadnih vjetrova; ili pak da je lice Sredozemskoga mora za $^4/_5$ metra niže od Atlantskoga oceana na obali Francuzkoj. Obćenite medjutim i mnogo veće razlike u visini morskoga lica nastaju pritegom kopna, koje čini, da je more uz kopno više, nego daleko od kopna. To je nepobitno dokazano, samo što niesu strojevi za mjerenje još tako usavršeni, da bi se tačno moglo uztvrditi, kolika je razlika med visinom morskoga lica uz obale i daleko na morskoj pučini. Već se starijim mjerenjem dokazalo, da je privlačivošću južno-američkoga kopna kod Calloa lice južnoga mora za 140 met. više nego li 2200—2400 km. daleko od obale. Kad bi ta privlačivost kopna naglo prestala, more bi na spomenutoj južnoameričkoj obali naglo spalo, te bi se tamošnja današnja obala za 140 met. digla nad morsko lice. Dokazano je, da je na otocih, koji su vrlo udaljeni od kopna, mnogo znatnija teža nego li na obalah kopna pod istom zemljopisnom širinom. S toga su ovi bez sumnje bliži zemaljskomu središtu, dotično ima i more tamo niži niveau. Listing je proračunao, da je morsko lice Atlantskoga oceana na sjeverno-iztočnoj tački južne Amerike za 500 met. nad običnim morskim površjem, a kod otoka sv. Helene za 847 met. pod normalnim površjem, što čini u svem razliku za 1347 met. Kod Kalkute je niveau mora za 360, a kod Madrasa za 564 met. viši nego li kod otoka Minicoya (Maledivi). Po tom vidimo, da se kod obala kopna na razmjerno malenu prostoru može razlikovati lice morsko za kakovih 100 met. Jakost privlačivosti kopna ovisi o tom, koliko i kako se diže kopno iz mora i kakova mu je pod morem masa t. j. dubljina morska. Budući da se još dan danas visina ili bolje dubljina kopna t. j. dna mjeri, to se tako zvana absolutna i relativna visina raznih tačaka na zemaljskom površju ne može strogo prispodabljati, jer za pravo sve te visine imadu relativnu vriednost.

Morska se voda razlikuje od riečke vode i izvor-vode već na

daleko njekom posebnom i jačom duhom, a kad ju kušamo, njekom bljutavom slanom gorčinom. U njoj se nalaze mnoga a možda i sva lučbena počela, budući posve jasno, da ne ima raztopljive tvari na zemlji, koja nebi prije ili kašnje ma kojimgod putem došla do mora. Za analizu morske vode veoma zaslužni Forchammer (Kopenhagen) i Schmidt (Dorpat) opetovano su iztraživali morsku vodu, te su u svem 27 dotično 32 počela u njoj našli, imenito brom, jod, silicij, željezo, mangan, aluminij itd. Veoma je zanimljivo, da se u morskoj vodi nalazi srebra. Najprije se to opazilo na bakrenom okovu njeke ladje, koji je na pacifičkoj obali Južne Amerike dugo vremena ležao na dnu morskom. Po količi srebra na tom bakrenom okovu stali su odmah mnogi sanjari tvrditi, da ima u svih morih barem do 3000 milijuna met. centi srebra. Mi ne jamčimo za valjanost toga računa, premda se ne da o tom sumnjati, da se zlato i srebro staroga svieta, kojega je vrlo malo do nas došlo, nebrojenimi putovi u more sleglo. Ali što je sve to prema spomenutoj bajnoj množini srebra, koju su njeki moru pripisivali! Da ne navodimo brojeva, bez sumnje je, da srebrni rudnici Sjeverne Amerike izčezavaju pred obiljem srebrne rude u morih. Medjutim ne bi baš tako lako bilo dokopati se oceanskoga srebra, jer bi za dobavljanje te dragocjene rude iz mora jedva doteklo sve zlato i srebro, što ga imamo na kopnu.

U moru ima poprieko $3\frac{1}{2}\%$ soli, a od toga su $\frac{3}{4}$ kuhinjske soli a $\frac{1}{4}$ imenito magnezije i gorke soli. Iz mora se vadi svake godine na milijun metričkih centi soli i to na vrlo jednostavan način. Morska se voda napusti u velike ravne jarke, koji se za tim zagrade od morske strane. Pošto je morska voda izhlapila, ostane u jamah kora od soli, koju zatim vade kao sol. Na taj način dobiva južna Evropa svoju sol, koja se dakako prije još mora očistiti. U našem se moru najviše vadi soli na Stonu, zatim na otocih Pagu i Rabu i u Piranu u Istri. U Španjolskoj se dobiva svake godine oko 4 milijuna metr. centi soli; u Portugalskoj gotovo isto toliko, od koje se mnogo uvozi u Englezku. Mnogi bi se mogao čuditi, kako da Englezi ne imaju dovoljno soli na svojih obalah, već ju uvoze iz Portugalske. Medjutim treba i na to pomisliti, da su kiša i sunce takodjer vrlo znameniti faktori kod vadjenja soli.

Od plinova ima u morskoj vodi ugljične kiseline, kisika i dušika i to oba posljednja uviek u razmjerju kao 1 : 2. Ugljične kiseline ima dosta u moru, ali da li je prema dnu morskomu sve više, kao što njeki hoće, nije još dokazano. Osim toga spomi-

njemo još sumporni vodik, kojega je doduše još vrlo malo, ali ga ipak ima svuda u moru. Budući da morska voda nije čista, već puna raznih počela, to je teža i gušća od sladke vode. Zbog toga se na ušću velerieka širi riečka voda kao laglja nad morskom vodom; i ladje dolazeći iz rieka u slano, gušće more, nješto se malo dignu. Sol u morskoj vodi niti izhlapljuje a niti se smrzava. S toga ima najviše soli u onih morih, koja najjače izhlapljuju, ter ujedno primaju najmanje sladke vode. Crveno je more rukav morski, u kojem su upravo spomenuti odnošaji; s toga i ima u njem vanredno mnogo soli, naime na 1000 dielova vode 43 česti soli. Mnogo ima takodjer soli u Sredozemskom moru osobito uz vruću Afričku obalu. Nasuprot ima u Baltskom moru malo soli, te bi se mogla ondje voda prije nazvati sladkom, nego li slanom. Kadkada se opaža i na otvorenom moru, da je morska voda manje slana. Tako pripovieda D a r w i n, da ima na njekih mjestih kod Južne Amerike površje Tihoga oceana zbog jakih kiša posve sladku vodu.

Med najveće zanimljivosti na morskom površju ide svakako, što se gdjegdje opaža, da se sred slane pučine morske pojave sladka vrela. Tako pripovieda H u m b o l d t ovo: „Na južnoj obali otoka Kube južno-zapadno od luke Batabano u zaljevu Ksagua, ali njekoliko km. daleko od obale, provaljuju na morskom dnu sred slane vode po svoj prilici od hidrostatičkoga tlaka vrela sladke vode. Provala sladkih voda je žestoka, te se ladjice veoma oprezno približuju tomu mjestu, koje je poradi visoke i izprekrižane bibavice na zlu glasu. Trgovačke ladje, koje pokraj obale plove a ne kane pristati, posjećuju kadkada ona vrela, da se odmah sred mora obskrbe sladkom vodom. Što se dublje grabi, to je voda sladja. Tamo kadkada ubiju tako zvanu morsku kravu (Manatus Australis), životinju, koja se ne drži u slanoj vodi. Čudnovati taj pojav, o kojem se nije nikada prije ništa čulo, iztražio je D o n F r. L e m a u r“.

Boja i prozirnost mora vrlo je različna. U obće je more zelenkasto-modre, kadkada i sive boje, prema tomu, da li je nebo vedro ili naoblačno i kakovi su oblaci. Kad je izlazeće ili zalazeće sunce blizu morskoga lica, sjaji se more poput najsjajnijega zlata, ili se pak odsjajuje plamtećim rumenilom. Sve te bajne boje nastaju odrazom svjetla na površju i u dubljinah morskih. Mornari zovu obično morsku pučinu priedjelom modre vode, pak ako promatramo more, kao što je to S c o r e s b y učinio, kroz dugu, okomito u more stavljenu ciev, da nam naime ne smeta svjetlo sa strane, uvjerit ćemo se, da je morska voda zbilja pretežno modre boje. Dakako da je na njekih mjestih

more razne boje. Tako je Scoresby ploveći više puta arktičkim morem u lov na kitove, opažao, da je tamošnje površje na mnogo kilometara bilo puno zelenih pruga. God. 1817. bilo je more med 74° i 75° sjev. šir. i 6°—18° izt. duž. po Feru sredinom modro i skroz prozirno, a na okolo tamno-zeleno poput trave i neprozirno. Kadkada se opažaju tačne medje med raznimi bojami morske vode. Scoresby spominje, kako je jednom za kratko vrieme od 10 minuta sjekao svojom ladjom bliedo-zelenu, maslinasto-zelenu i posve prozirnu morsku vodu. Zelenkasta boja mora potječe od milijarda nevida, životinjica, kojimi se hrane kitovi. Brown medjutim opaža, da nije podnipošto uzrokom tamnoj boji pojedinih dielova arktičkoga mora neizmjerna množina malenih životinjica (klobučnjaci itd.), kao što se to obćenito do sada držalo. Ovih životinjica naime kadkada posve nestane na morskom površju, pa ipak i onda more zadrži svoju tamnu boju. Pravi razlog tamnoj boji Grönlandskoga mora med 74° i 80° sjev. šir. jest polag Browna neizmjerna množina diatomaceja (sječenica). Klobučnjaci i druge životinje hrane se time i vabe, pošto same služe kitovom za hranu, te grdobe u ovaj arktički brodarom kao „black-sea“ (tamno more) poznati kraj.

Nedaleko glavine Palmas na obali Guinejskoj našao je kapetan Tuckey more bielo kao mlieko. Isto je tako kapetan Coste 15. travnja god. 1865. pod 50° zap. duž. i 9° sjev. šir. vidio, kako je plivala na moru bjelkasta tekućina, koja je na jednom ladju zaokružila i napokon pokrila cielu morsku površinu. Kad su donieli te morske vode na ladju, vidjeli su, da bjeloća vode potječe od neizmjernoga broja nevida. Kapetan Kingmann doživio je slični pojav u Indijskom oceanu. More je nenadano u duljini oko 40—50 km. postalo posve bielo, kano da je sniegom pokrito. Nebeski svod, na kojem se nije niti oblačak vidio, pričinjao se prema toj bjelini morskoga površja tako tmastim i mračnim, da se taj prizor svim učinio užasan, te se sve na ladji uznemirilo i prestrašilo. Kad su donieli na ladju morske vode, opazište u njoj neizmjerno množtvo sluzavih crvića, koji su se naskoro razplinuli. Slični su pojav opažali takodjer u Indijskom oceanu na Njemačkoj bojnoj ladji „Luizi“ 9. veljače 1878. Zapovjednik ladje kapetan Schering pripovieda o tom ovo: „Poslije liepoga i jasnoga sunčanoga zapada postalo je more oko $^3/_4$7 posve svietlo i za njekoliko minuta bielo kao mlieko. Zviezde obično jasno svietle postaše tmaste a obzor taman. Sve je bilo nalično na ledenu mjesecom razsvietljenu plohu, premda nije bio još mjesec izašao; more se bijaše posve umirilo, niesi više vidio valova,

niti si čuo strujenje mora. K tomu je prikrila dva puta na njekoliko minuta morsku pučinu debela magla; slabo si vidio obzor, a i nebeski je svod nad obzorom bio sav taman, o svjetlucanju mora ni traga. Kad je oko $^3/_4 8$ mjesec izašao, te se podigao nad obzor za njekoliko stupnjeva, nestalo je toga čudnovatoga pojava. More i nebo bilo je obične boje, a zviezdam se povratio njihov sjaj. Kasnijih dana nije se više taj električni pojav ponovio, pak nije niti na vrieme, niti na vjetrove ni malo utjecao".

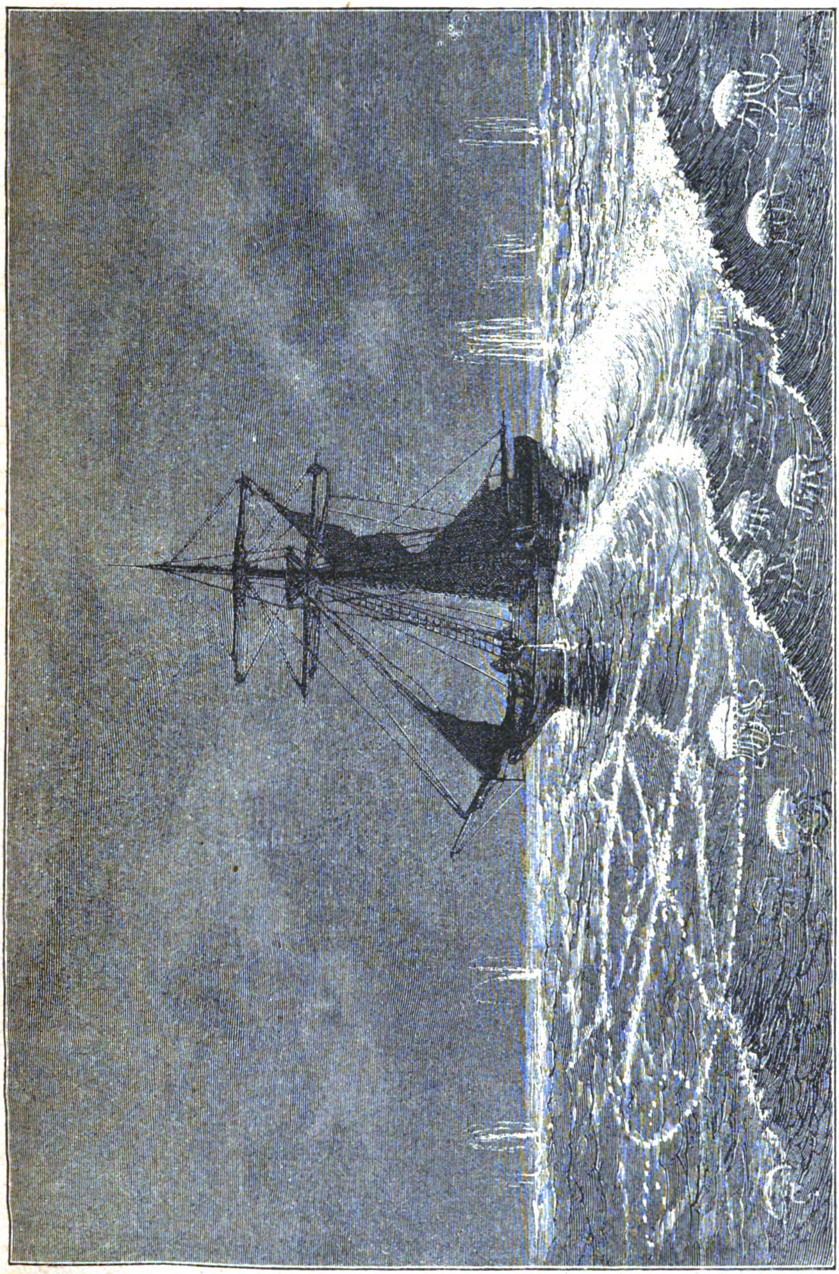
Po boji morske vode, koja se, kao što znademo, ne ima pripisati vodi, već morskomu dnu i raznim primjesam u moru, nazvala su su se mnoga mora kao n. pr. Žuto ili Crveno more, dok se dakako Crno more ne zove tim imenom zbog svoje tamne vode, već možda zbog mnogih magla, koje ga često pokrivaju. Tako zvano „Tamno more" ili jedna čest Atlantskoga oceana blizu otoka kod glavine Verde, dobilo je to ime po suhih maglah i po crvenom prahu, koji u ovih stranah često dosadjuje mornarom. Po Hellmannovih novijih iztraživanjih spušta se tamo na površini od njekoliko stotina hiljada četvornih kilometara po više dana sitni prah na lice morsko. Potječe pak iz susjedne Saharske pustinje, odakle ga k oceanu vjetrovi nose. Na samoj glavini Verde stvara često iztočnjak od sitnoga praha tako gustu maglu, da se osobito jutrom obala u daljini njekoliko kilometara ne vidi.

Morska je voda gdjekada za čudo vanredno prozirna. Već je Kolumbo bio iznenadjen velikom prozirnošću zapadno-indijskoga mora. Njeki hoće, da se tamo mjestimice još u dubljini od 250 met. vidi morsko dno. To je u ostalom po svoj prilici pretjerano, kao što i ona viest Woodova, da je g. 1675 nedaleko Nove Zemlje u dubljini od 144 metra vidio školjke na morskom dnu. Nasuprot se čini čovjeku, kad motri koraljnike u Crvenom moru, da su u dubljini $^1/_2$—1 metra. Taj krasni pogled na morsko dno i na sve ono, što u morskoj dubljini živi, na riedkih je mjestih priroda priuštila čovjeku, jer je u obće morsko dno i na istih plitkih tačkah slabo prozirno, te se razpoznaje jedino po posebnoj boji, koju podaje vodi, koja ga pokriva. Sunčano naime svjetlo prodirući pod površje morsko u svedj dublje slojeve vode gubi svoju jakost sve više, te već u dubljini od 300 do 400 met. mora da vlada vječna tmina. Ronci tvrde, da je u dubljinah, u kojih još mogu raditi, more crveno kao grimiz. S toga i govori u poznatoj Šilerovoj baladi ronac o grimiznoj tmini u morskih dubljinah. U novije su doduše vrieme izvadili iz dubljina od 1000 pače i 2000 met. male morske životinjice, koje su sjale krasnimi

crvenimi i zelenimi bojami, ali odatle se ipak ne da zaključiti, da u spomenutih dubljinah ima svjetla. Na temelju iztraživanja ekspedicije Challengerova dolazi se medjutim do posve drugoga zaključka. Ova je naime pomoću posebnoga stroja izvadila iz Atlantskoga oceana iz dubljina od 200 do 3500 met. korepnjake vrlo čudnih očiju. Budući da životinjice imaju oči, to moramo zaključiti, da dapače i u onih dubljinah ima svjetla, koje one osjećaju, premda je po svoj prilici tako slabo, da ga mi podnipošto ne bi mogli osjetiti. To se pak i tim potvrdjuje, što izvadjeni korepnjaci još iz većih dubljina ne imaju očiju.

Med najljepše pojave na moru broji se bez sumnje svjetlucanje mora, koje se opaža svuda na moru, najljepše pak u tropskih priedjelih, kao što nam prikazuje sl. 28. „Svjetlucanje oceanâ“, kaže Humboldt, „spada med najkrasnije prirodne pojave, kojim se moraš diviti, pa makar ih motrio kroz mjesece svake noći. More se svjetluca u svakom pojasu; tko medjutim nije vidio taj pojav med obratnici imenito u Južnom moru, ne može si podpuno predstaviti veličanstvo i divotu njegovu. Kad ogromna bojna ladja za hladna vjetra sieče pjenasto more, ne može se čovjek sit nagledati vidika, što ga pružaju blizi udarci valova. Kolikogod puta se odgali strana broda, svaki put se pričinja, kano da sa „kolumbe“ sukljaju u vis poput bljeska modrasti i crvenkasti plameni. Neopisivo je liep taj pojav u morih tropskoga svieta, kad se za tamne noći valja morem čitava vojska dupina. Kad oni u dugih redovih presiecaju pjenasto more, označuju njihov put iskre i jako svjetlo. Valovi se bljeskaju po dalekoj morskoj pučini, iskre prskaju a svaka je od njih svjedokom posebnoga nevidljivoga životinjskoga svieta. U zaljevu Kariaka med Kumanom i poluotokom Manikvarezom nasladjivah se tim pogledom po više ura“.

Glasoviti brodar Cook, koji je zemlju oplovio, vidio je najprije na putu u Braziliju, kako more svjetluca. On prispodablja svjetlucanje mora sa bljeskanjem za oluje, ali da nije ipak tako jako; on je ujedno već naslućivao, da svjetlucanje potječe od malenih životinjica u moru. Koncem listopada g. 1722. motrio je Cook isti taj krasni pojav na moru kod glavine Dobre nade. „Izmedju osme i devete ure na večer poče se more nenadano svietliti. Bijaše to divan pogled. Činilo se, da sav ocean, na koliko si ga mogao pregledati, stoji u plamenu, svaki se val svjetlucao poput fosfora, a ladja je brazdila presjajnom brazdom po morskoj pučini“. Cook je dao nagrabiti njekoliko vjedara vode, pak je našao u njoj veliko množtvo malenih drhtavih



Sl. 28. Svjetlucanje mora.

životinjica. To su sva kasnija opažanja potvrdila. Kad je Finlayson nedaleko otoka Prince-of-Wales vidio morsko površje oko svoje ladje posuto milijardami malenih životinjica tako, da se činilo more kao presvučeno njekom sluzom, svietlilo se more iste noći divnim sjajem, a iztraživanjem se potvrdilo, da je svjetlo dolazilo od tih malenih životinjica. I najnovijimi iztraživanji je dokazano, da gotovo sve vrsti životinjica kao Acephali (školjke), Infusorije (nevidi), Polypi, Molusci (mekušci) itd. svjetlucaju. Njeke od ovih kao n. pr. Noctilluca milliaris (morska svjetlučica) niesu veće od glavice bumbače, pak se odlikuju prekrasnim, sjajnim svjetlucanjem. Svjetlo je njekih tih životinjicah tako jako, da je n. pr. Bibra u tamnoj stanici svomu bolestnomu drugu iz priručne knjige o životinjstvu čitao opis Pyrosome (svjetiljka) kod svjetlucanja te iste životinjice. Kod raznih životinjica po iztraživanjih svjetlucanje ovisi o posebnih organih njihova tiela. Kamotoči ili Pholadi takodjer svjetlucaju, samo što to ovisi o odredjenom stupnju vlage. Već je to opažao Plinije, kad je kazao: „Kamotočem je prirodjeno, da se u tmini osobitim sjajem blieště i baš to jače, što je u njih više vlage". To je takodjer potvrdio i Milne Edward, kad je zaronio kamotoče u vinovicu i opazio, kako se odlučila od njih svietla kapljevina, i spustila na dno vode, gdje se dalje svietlila.

XIII.

Dubljina i toplota mora.

Kako se polagano upoznavala dubljina mora. — Brookeov stroj. — Starija su mjerenja nepouzdana. — Dubljina pojedinih oceana. — Reclus o dubljinah mora. — Miller-Casella toplomjer. — S dubljinom mora pada njegova toplota. — Popriečna toplota oceana. — Toplota manjih mora. — Led u moru. — Ledeno blistanje. — Ledene poljane i ledene gore. — Weyprecht. — Payer. — Led na morih umjerenoga pojasa.

Gotovo do najnovijega vremena niesu mogli učenjaci proučiti dubljine morske. Još prije njekoliko desetgodišta nije mogao nitko dokazati, da li su oceani duboki njekoliko stotina metara ili pak možda koji kilometar. Sva nastojanja u tom pogledu bijahu uzaludna, pak se već činilo, da će dubljine morske ostati zastrte koprenom tajne. Jedino o dubljinah i dnu plitčijih dielova mora, kuda se mnogo plovilo, došlo se malo po malo do sigurnih opažanja. S toga je gledišta imenito okoliš Britanskih otoka dobro izpitan, pak se tom zgodom došlo do geoložki i geografski zanimljivih zaključaka, da se naime Velika Britanska i Irska dižu na podzemskoj vispoljani, koja ne leži dublje izpod mora, nego li visoki tornjevi nad zemaljskim površjem. Kao što su iztraživanja pokazala, ruši se tek u njekoj udaljenosti Irskoj na zapadu dno morsko do, dubljina pravoga oceana.

Svi pokusi, da se olovnica baci u bezdna visokoga mora bijahu nepodpuni i manjkavi, s toga se i niesu slagali podatci o dubljini oceana. L a c a i l l e je držao, da je popriečna dubljina morska 500 met.; L a p l a c e je mislio, da je dubljina oceana po prilici ravna popriečnoj visini kopna; H u m b o l d t je dugo računao popriečnu morsku dubljinu na 2000 met., dok je oštroumni fizik Y o u n g po gibanju valova opredielio popriečnu dubljinu Atlantskoga oceana na 5000 met. Spomenuti brojevi jasno nam svjedoče, kako se bilo još slabo uspjelo izravnim mjerenjem morske dubljine. Medjutim su se strojevi za mjerenje morske dubljine sve više usavršivali, oso-

bito odkada se nastojalo, da bude uže, koje se spušta u more, što tanje, nu vrlo jako, a kao utez se uzelo topovsko zrno. Brookeov stroj, koji se sve bolje usavršio, rabi svuda za mjerenje dubljina, a znamenita je takodjer pritega (Schleppnetze), koju je zamislio danski geolog O. F. Müller. Forbes je prvi pomoću toga stroja proučavao životinje i biline, koje živu na morskom dnu. Čitav je stroj vrlo težak, te se diže iz mora parnom silom, ali je od velike koristi za iztraživanja podmorska. Motri li čovjek predjašnje nespretne pokuse, čini mu se gotovo nevjerovatnim, kako se dan danas posve lako vodi na metričke cente blato i kal sa morskoga dna.

Od starijih mjerenja morskoga dna najčešće se spominje mjerenje kapetana Denhama med Tristan d' Acunhom i ušćem La Plate (37° j. š. i 37 zap. duž. po Greenw.). On je naime mjerio 30. listopada 1851. na spomenutom mjestu Atlantskoga oceana dubljinu od 14·100 met., ali se pretrglo uže, kad su ga vukli iz mora. Poručnik Packer je nedaleko našao dubljinu od 15·200 met. Ta mjerenja niesu medjutim ni malo pouzdana. Tek posljednja dva decenija odposlano je više znavstvenih ekspedicija, da mjere dubljinu mora i da motre organički život na dnu morskom. Spomenut ćemo ovdje tri parnjače, koje su više godina išle za tom častnom zadaćom: „Challenger“ (1872—1876), „Tuscarolla“ i „Gazella“. Od tih je za znanost stekla najvećih zasluga ladja Challenger, na kojoj je znanstvena iztraživanja rukovodio prof. Wyville Thomson. Znamenito je, da su se donjekle križali putovi spomenutih parnjača, ter su njihova mjerenja dubljine morske tim sigurnija. Najveća do sada izpitana dubljina ne broji više od 8513 met. Nalazi se pak u Tihom oceanu, gdje se sieče 44° 55′ sjev. šir. sa 170° izt. duž. po Feru. Budući da je u tom kraju na više mjesta mjerena slična dubljina, to se može taj dio Velikoga oceana smatrati najdubljim. Kao što se po tom vidi, najveća izmjerena dubljina ne seže ipak posve do visine najviših gora, jer se Mont Everest diže do 8840 met. nad morem. Najveća u Indijskom oceanu izmjerena dubljina iznosi 5523 met. (16° 11′ juž. šir. 117° 32′ izt. duž.) a u Atlantskom oceanu 7085 na sjeveru Virginijskim otokom.

S obzirom na oblik dna morskoga držalo se prije, da ima tamo gora i dolina, visokih vrhunaca i ponora upravo tako kao i na kopnu. To se naslućivalo imenito po osamljenih manjih otocih, koji se nad more podižu, te bi ih boz sumnje držali za gore, da iznenada nestane mora, koje ih okružuje. Odkada se medjutim tačni nije izpitalo dno Atlantskoga oceana, dokazalo se, da ne ima n

iz daleka tolikih opreka u pogledu visine, kao što se prije vjerovalo. Medjutim su na to stali mnogi tvrditi, da je dno morsko gotovo posve ravna ploha, ter da ne ima na njem uzvisitosti ni dubljina. Nu i to je mnienje posve krivo, te je i tu istina po sriedi. Ipak nam je odmah spomenuti, da se na dnu morskom nije našlo šiljatih vrletnih vrhunaca kao u Alpah, već su dapače iste strmine i nizine donjekle položite i zaobljene. Razanjem (nivellement) morskoga dna med Irskom i Novom Fundlandijom prije nego li su polagali Atlantski kabel, pronašlo se, da je dno morsko u duljini od 2·600 km. gotovo posve ravno. Uzvisitosti ima malo, ter su položite i posve izčezavaju pred ogromnim površjem, koje je tako razito, da bi se, kad bi mora nestalo, posve lako bez ikakvih težkoća željeznica mogla sagraditi. Podmorska ravnica ne počimlje medjutim odmah na evropskoj obali, već tek iza spomenute vispoljane, na kojoj se steru Velika Britanska i Irska. Ta ostrmina označuje pravu medju našega kopna prema oceanu, te je zanimljivo, da nijedno drugo kopno ne ima oko sebe tako plitko podmorsko tlo. Središnji dielovi Atlantskoga oceana leže 2000—4000 met. pod morem, te se za čudo na njih ponavlja obćeniti oblik toga oceana, koji naliči na veliko slovo S. Na tom se podnožju nalaze vulkanski Azori, vulkanske klisure sv. Pavla i otok Ascension. Na sjeveru spaja čitav niz širokih, podmorskih stupnjevina Evropu sa Grönlandijom, te se punim pravom naslućuje, da je ovdje u predjašnje doba razvitka naše zemlje Evropu kopno spajalo s Amerikom. Dakako da je uza sve to u glavnom korito Atlantskoga kao i ostalih oceana i za predjašnjih doba bilo onakovo, kao što je danas.

Veliki se ocean svojom dubljinom znatno razlikuje od Atlantskoga oceana. Povučemo li od obale Chilske prema Japanskim otokom najveći okrug oko zemlje, to taj razstavlja Tiho, svjetsko more na dvie opriečne polovice. Sjeverno-iztočna polovica čini se kao otoci siromašna pustinja velike dubljine; južno-zapadna nasuprot je otoci svuda posuta, od kojih većina počiva na zajedničkom podnožju, koje leži jedva 2000 met. pod licem morskim. Ta je podmorska poljana izprekidana na sve strane, te je nalična na kopnene visočine. Položitim ploham Atlantskoga oceana, koje su njeki prerano uzeli kao tip morskoga tla, ne ima tuj niti traga; vrletne strmine izmjenjuju se protegnutimi gorskimi kosami, kojih se najviši vrhunci kano vulkanski čunji u dugih nizovih poput luka dižu nad morsko lice. Havajski otoci niesu ništa drugo nego najviši vrhunci goleme gorske kose, koja svojom dužinom a možda i gromadnošću Himalajsko gorje

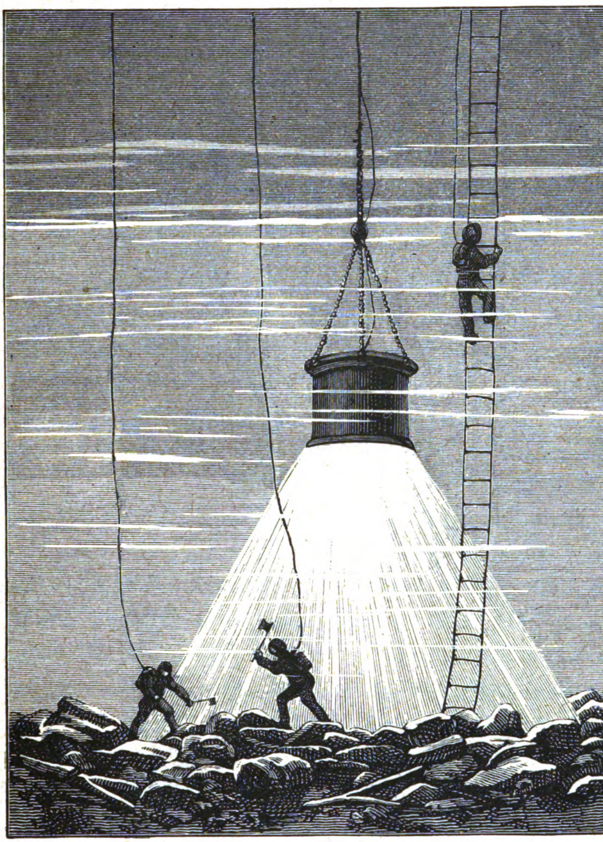
na daleko nadilazi. Da nestane vode Velikoga oceana, to bi se gorska gromada vidjela u cielom svojem veličanstvu, pak bi se njezini vulkanski vrhunci više dizali nad okolišem svojim, nego li se dižu Himalajski nad nizinom Gangesa. Uzporedo sa Japanskom obalom i sa Kurili jesu u sjeverno-iztočnoj polutci, kao što smo već spomenuli, najznamenitije oceanske dubljine, koje do danas poznajemo. Zapadni dio Velikoga oceana med Australijom i Kitajskim morem sastoji od ogromnih kotlina, koje okružuju podmorski grebeni.

Indijski je ocean najdublji u kutu med Sumatrom i Australijom. Na jugu 40° nije taj ocean jako dubok; napose dižu se vulkanski otoci Sv. Pavao i Novi Amsterdam na podmorskoj visočini. Podmorske stupnjevine na Afričkih obalah prostiru se daleko na iztok preko Madagaskara, te se na njih dižu Amiranti, Sejšeli i Maskareni. Isto tako leže kraj Indijske obale Lakedivi i Maledivi na podmorskoj gredi, koja se stere preko polutnika.

O dubljinah Južnoga ledenoga mora znademo za sada dosta malo, nu čini se po mjerenju, koje je bio poduzeo James Ross, da ima tamo znamenitih dubljina. Bolje je izpitana dubljina arktičkoga mora. Već smo spomenuli, da ga razstavlja oko 2000 met. duboka greda od Atlantskoga oceana, a isto je tako naravna medja prema Berinžkoj cesti. Po tom izgleda donjekle Sjeverno ledeno more kao kakvo sredozemsko more, kojemu najveća dubljina med Grönlandijom i Spitzbergi broji malo ne 5000 met., dok je ona čest med Novom zemljom i Spitzbergi prilično plitka.

U novije doba su mjerenja morskih dubljina tako mnogobrojna, da se dadu već njeki obćeniti vrlo znameniti zaključci o morskom dnu izvesti. Dr. Boguslawski je čitav materijal kritički izpitao pak kaže: „Prije se uzimalo, da su najveće dubljine morske daleko od obala po sriedi oceana. Tomu medjutim po najnovijih iztraživanjih nije tako. U sjevernom su n. pr. Tihom oceanu našli najveće dubljine blizu Azijskoga kopna, dakle na zapadnoj strani. I u Atlantskom oceanu opažamo slično, da su najveće dubljine prema sredini, a u Indijskom oceanu na iztoku blizu Australskoga kopna. Posve blizu obala kopna i otočja treba svakako da se dno morsko smatra nastavkom susjednoga kopna, nu početak podmorske kotline je kod strmih obala blizu kopna, a kod nizkih obala mnogo dalje. Ove se naime položito spuštaju daleko u more i tek polagano postupno prelazi morsko dno u pravu, prostranu oceansku kotlinu. Kopna i otoci skopčani zajedno plitkimi čestmi mora i podmorskimi visinami tvore med sobom s obzirom na udaljenost od

zemaljskoga središta, zajedničko područje uzvisitosti, koje razstavlja velike oceanske kotline kao velika područja izdubina. Drugčije je to kod strmih obala, koje manje više naglo u more opadaju, tako da se već blizu obala tlo ruši u velike morske dubljine, koje već pripadaju pravoj oceanskoj kotlini". U novije doba rabi za proučavanje morskoga dna električna lampa, kakovu nam prikazuje sl. 29.



Sl. 29. Električna lampa.

Zaključimo nauk o morskih dubljinah riečima Reclusa, koji kaže: „Najbolje si možemo predstaviti morsko dno, promatramo li one krajeve kopna, koji su do nedavna bili pod morem. Francuzke „Landes" nizine, koje su izpunile Poitou-dragu, veliki dio Sahare, Pampas-nizine u Laplati državah pokazuju nam zanimljive primjere o pravilnoj položitosti, kakova je u obće na morskom dnu. Iste pe-

ćinjaste obale n. pr. Škotske i Skandinavske su amo tamo u svojih nižih dielovih, koji su jošte nedavno bili pod morem Atlantskim, već prilično izravnane. Da se neprestano potresi, vulkani, polaganim dizanjem i spuštanjem kopna ne povećavaju neravnosti zemaljskoga površja, to bi bez sumnje trajne naplave rieka, kršje i ruševine valovljem smlavljenih pećina i imenito ostatci malenih organizama, koji more izpunjuju, konačno posve zasule udubine morskoga dna i morske kotline posve izravnale. Na to bi voda polagano površja kopnâ oblila te bi napokon poslije stotine tisuća godina postala zemlja opet ono, što je njekoć bila, jednako na okolo vodom obtočeni sphaeroid."

Iztražujemo li morske dubljine, opazit ćemo, da s dubljinom pada i toplota mora. S toga treba da kod mora uviek razlikujemo toplotu površja od toplote dubljina morskih. Ova posljednja vrlo je nizka, nu i u najvećih dubljinah je nad ledištem. Težko je bilo do nedavna proučiti toplotu unutrašnje morske vode zbog vanrednoga tlaka u velikih dubljinah. Toplomjeri bi se obično razbili u velikih dubljinah, ili su pak njihovi izkazi bili pogrješni zbog prevelikoga tlaka sa strane. Za mjerenje toplote mora rabe Miller-Casella toplomjeri, nazvani tako po svom obretniku. Oni su tako ustrojeni, da podnose lako tlak vode i u najvećih dubljinah, ter sami tačno opredjeljuju maksimum i minimum toplote.

Dok je sladka voda kod toplote + 4° C. najgušća i najteža, posve je to drugačije kod slane vode. Ona se do ledišta sve više steže, biva dakle sve to teža, što je hladnija, s toga i mora da se najhladnija morska voda nalazi u najdubljih slojevih. Po novijih iztraživanjih leži ledište morske vode oko 3° C. pod ledištem destilovane vode. Znameniti brodar Peron prvi je uztvrdio na temelju svojih iztraživanja, da je more to hladnije, što je dublje. On je po tom zaključio, da u morskih ponorih ima upravo tako vječnoga leda, kao što na vrhuncih velegorja. To je mienje već za onda imalo malo pristaša. Lenz je tačnijim iztraživanjem došao do zaključka, da je u dubljinah morskih posvuda jedan sloj vode uviek jednake toplote, ali u raznoj dubljini a prema polom bliže morskomu licu. Tek mnogobrojna iztraživanja novijega vremena razjasnila su, kako je razdieljena toplota u oceanskih dubljinah. Po Boguslawskom glasi najznamenitiji zaključak najnovijih iztraživanja ovako: Toplota morske vode u obće pada od površja do dna morskoga i to s početka manje više brzo, zatim polaglje do dubljine od 730—1100 met., gdje je popriečna toplota + 4° C., a odavle pada toplota još laganije do

morskoga dna, gdje iznosi ne samo u umjerenom pojasu, već takodjer u tropskih dielovih oceana, u većih dubljinah med 0° i + 2°, dok spadne u polarnih priedjelih na — 2·5°.

Toplota morskoga površja je od ekvatora do 45° sjev. šir. nješto veća nego li toplota zraka, koji je nad tim površjem; ipak je ta razlika obično neznatna, te se malo mienja. Kapetan Duperrey je u vrućem pojasu med 1850 opažanja pronašao, da je u 1371 slučaju bilo more toplije nego zrak. Humboldt je opredielio popriečnu toplotu mora med 8° i 19° sjev. šir. na 28·9° C. More nije najtoplije upravo pod ekvatorom, već oko 6° sjev. šir. Najtoplije je med drugom i trećom urom poslije podne, a najhladnije za sunčanoga izhoda. Razlika medjutim iznosi jedva 2° C., a djelovanje godišnjih doba opaža se tek daleko od polutnika.

Evo priegleda popriečnih toplota oceana:

Zemljopisna širina.		Atlantski ocean.	Veliki ocean.	Indijski ocean.
Sjever:	60—50 stupnja	10·9° C.	—	—
	50—40 „	14·2°	11·7° C.	—
	40—30 „	19·4°	17·4°	—
	30—20 „	23·9°	22·7°	—
	20—10 „	25·4°	26·7°	27·3° C.
	10—0 „	26·9°	26·9°	28·0°
Jug:	0—10 „	25·2°	25·6°	27·3°
	10—20 „	22·8°	24·3°	26·6°
	20—30 „	20·8°	21·9°	22·4°
	30—40 „	16·8°	16·5°	16·8°
	40—50 „	10·7°	10·9°	10·0°
	50—60 „	3·9°	(7·2°)	3·0°

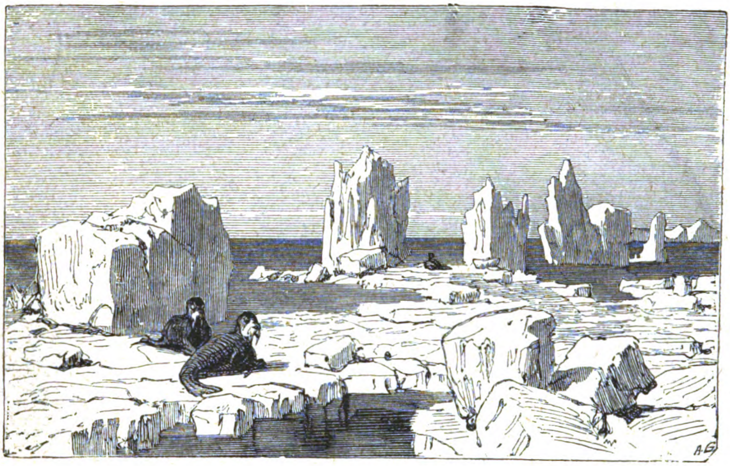
U manjih sredozemskih morih kraj obala nije toplota razmjerno tako jednaka, kao što u oceanih. Razlog su tomu ponajviše zračne struje, koje potječu od brže ugrijanoga kopna, te ovise o toploti kopna i s njom se mienjaju. S toga su kopnom okružene morske česti ljeti mnogo toplije, nego li ocean pod istom zemljopisnom širinom, kao što je to jasno po opažanjih Maraiglievih već od 150 godina, a kašnje potvrdjeno po pokusih Gautiera. A. Humboldt je 24. kolovoza 1834. našao Iztočno more kod Svinemünda toplo 23·2° C., dakle po prilici kao ocean pod obratnici. U Evropskom sredozemskom moru je za hladnijega godišnjega doba gotovo svuda toplota 13° C., ljeti medjutim ugrije se morsko površje od 21—27° te prodire ta toplota na iztoku dublje, nego li na zapadu. Maksimum morske toplote jest u Crvenom moru oko 34·4° C.

Dok je kod nas na kopnu poprieko siečanj najhladniji mjesec, morska je voda najhladnija tek prema koncu veljače i mjeseca ožujka. Razlog je tomu, što se voda u obće laganije ugrije, nego li kopno; sunčani traci moraju s toga dulje vremena ugrijavati morsko površje, dok napokon toplota mora znatno naraste. Isto se tako voda laganije ohladi, nego li kopno, pa dok je mjeseca srpnja najtoplije na kopnu, postaje more najtoplije tek koncem kolovoza i početkom rujna. Morska dakle „maksima i minima" toplote zaostaju za kopnenimi pô drugi mjesec.

More ima oko oba pola toliko vječnoga leda, da se punim pravom nazivlje ledenim morem. Na zemljovidih je sjeverni polarnik medjom Sjevernomu a južni Južnomu ledenomu moru. U prirodi pak ne ima tačne medje, te ako pojam ledenoga mora razširimo na one česti mora, gdje ima još leda u velikih gromadah, to će ono biti sad veće sad manje prema godišnjim dobam, a isto se tako znatno razlikuje Sjeverno ledeno more od Južnoga. Makar da se na prvi mah čini vrlo čudno, to je ipak posve istinito, da ledeno more u zimi razmjerno najmanji prostor zaprema. U to naime doba tako rekuć stegne arktički ocean svoje ledene rieke i posve miruje; niti oluje niti udaranja valovlja ne čuješ zimi na dalekom sjeveru, sve je tiho, sve mrtvo. Tek na proljeće počnu se gibati ledene gromade smjerom vjetrova i struja napram toplijim priedjelom. U antarktičkom moru prodiru gromade leda bliže prema polutniku, nego li u Sjevernom ledenom moru. Tako se razbila god. 1780 ladja „Guardian" pod 44° 10′ izt. šir, i 44° 35′ izt. duž. na jednoj ledenoj gromadi, a i u najnovije doba nastradalo je od leda više ladja sa izseljenici na Australskoj obali. Mjeseca travnja g. 1828. vidjelo se pače leda pod 35° juž. šir. i 18° izt. duž. po prilici na uzporedniku Kap grada, koji odgovara uzporedniku Azora na Sjevernoj polutci. Razlog, što na južnoj polutci gromade leda od pola dalje prema polutniku dopiru, leži s jedne strane u tom, što je ta polutka u obće vlažnija i hladnija nego li Sjeverna, a zatim osobito tople struje, koje prieče, da ne može na našoj polutci led doprieti do srednje zemljopisne širine. Kao što je u Atlantskom oceanu zatonska struja jaki nasip, pred kojim okopni sjeverni led, tako brani i Japanska struja sjevernu čest Tihoga oceana od leda pa i iste sjeverno-američke zapadne obale počevši od Vankuverških otoka mnogo manje stradaju od leda, nego li iztočne obale pod istom zemljopisnom širinom.

Mnogo prije nego li su mornari stigli do ledenih priedjela,

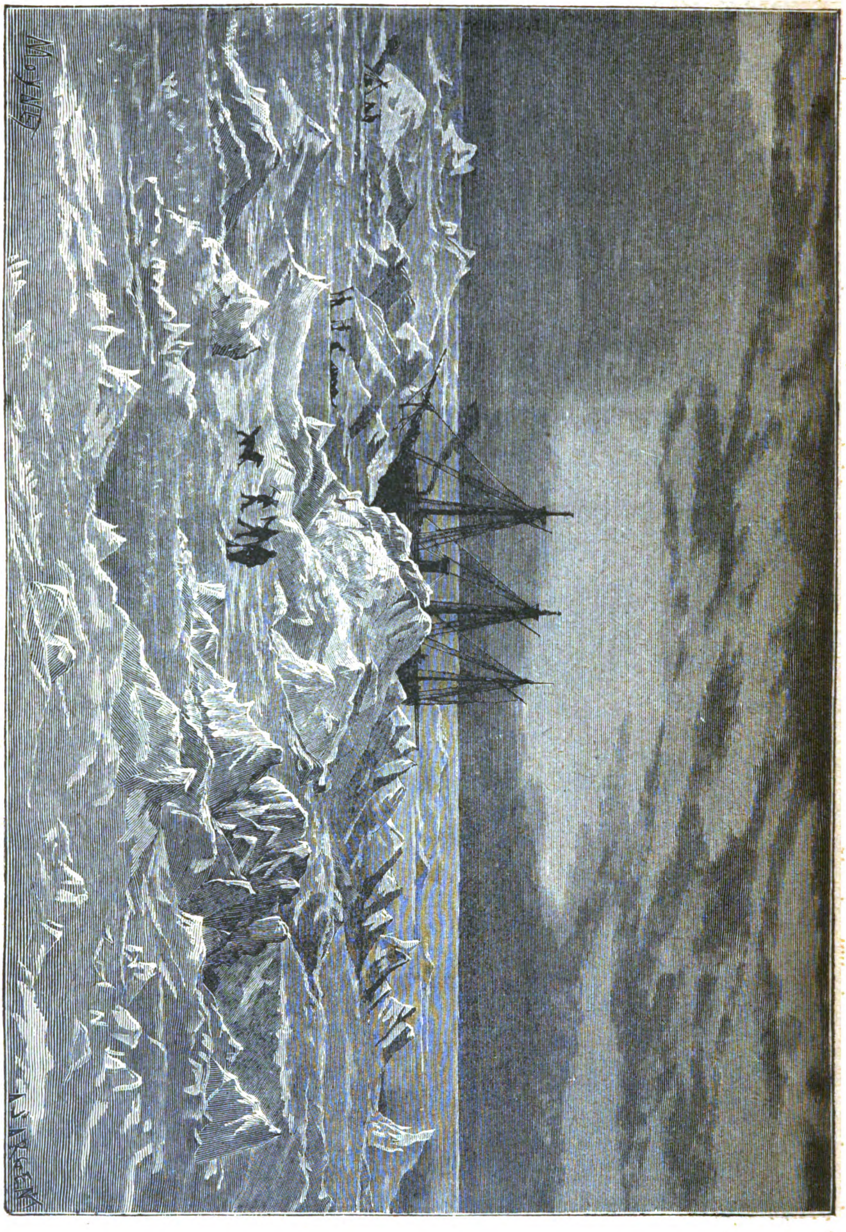
opaziše na dalekom obzoru sjajne ledene pruge, koje nazvaše ledenim blistanjem. Ovo potječe od gromada leda, koje kadkada leže još 30—40 km. iza obzorja, ali se njihov sjaj vidi odrazom svjetla. Ledeno se blistanje kao široka sjajna pruga vanredno odbija od sivoga nebeskoga svoda. Payer kaže, da se njegovo svjetlo prelijeva u modru boju, te donjekle naliči na sjevernu luč. Članovi polarnih ekspedicija opaziše ledeno blistanje osobito za vedra neba, kad je nagla i prozirna magla pokrivala obzor. Upravo ta magla razsvietljena odrazom svjetla sa ledenih gora uzročuje ledeno blistanje. Pošto se od vode manje svietlih trakova odsieva, pričinja se ne



Sl. 30. Ledeno polje.

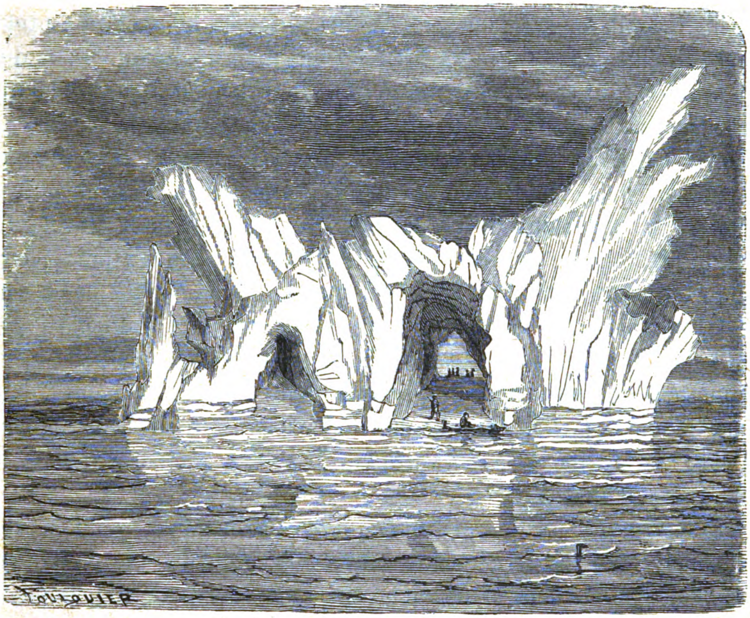
beski svod nad morskom pučinom tamnijim, te se vodene pruge posred ledenoga blistanja opažaju na 40—60 km. daleko.

Led je polarnih mora dvovrstan: pločni led i plazurni led. Od onoga nastaju ledene poljane, a od ovoga ledene gore; prvomu je izvor na moru, a drugomu na kopnu. Dugo se o tom prepiralo, da li se može na otvorenom moru voda smrznuti; Scoresbijevimi opažanji je to bez sumnje potvrdjeno. Za dosta jake zime načine se naime ledeni ledci, nalični na sitni snieg, koje valovi po malo naslažu, tvoreći od njih ledene ploče u promjeru od 8 do 12 cm. Morski valovi gotovo uviek zaprieče, da se ne stvori na površju morskom velika ledena kora. Jedino u zaklonjenih dragah načini se za ciče zime već u jednoj noći čvrsti led, debeo 8—12 cm.



Sl. 31. Brod Tegetthoff u ledu g. 1873.

a s vremenom i njekoliko metara. Sl. 30. prikazuje nam ledenu poljanu. Naravno da takova poljana nije nikada posve ravna; tu vidiš uzvisitosti, tamo opet udubine, u obće najraznoličnije oblike, koje si samo pomisliti možeš. Kako se ledene plohe pretvaraju u raznolike oblike, mogla je osobito opažati austrijsko-ugarska polarna ekspedicija, jer je njezina ladja „Tegetthof“ čitavu godinu bila zagvoždjena u taj led i prepuštena njegovoj samovolji, koja ju je bacala amo tamo. Sl. 31. predočuje spomenutu ladju u ledu. Weyprecht, vodja te ekspedicije, tačno je proučio, kako se laki led postupno pretvara u težki, kako pojedini komadi leda prelaze u ledene poljane i ledene snopove. Po njegovu su mnienju uzrokom tako raznolikim oblikom leda pukotine, koje se neprestano ponavljaju, a nastaju od vjetrova, morskih struja, različite temperature itd. Pukotinami se ciepaju i razpadaju ledena polja, a novim tlakom i novim ledom opet se sastavljaju u drugom obliku.



Sl. 32. Plivajuće ledene gore.

Ledene gore (Sl. 32.) imaju svoj izvor u plazurih polarnoga otočja. Tamo, gdje se, kao na Grönlandiji, Spitzbergih i na zemlji

Franje Josipa polagano prodirući plazurski led k moru potiskava, lome se prema obliku morskoga dna, poradi raznolike specifične težine leda i vode, orijaški plazurski komadi, ter ih nose na sve strane po moru vjetrovi i morske struje. Tako nastaju ledene gore, koje blude u polarnih morih zadavajući veliki strah svim brodarom u onih stranah. Pošto je Weyprecht obširno razložio postanak ledenih gora, završuje ovako: „Po svem je jasno, da nizke obale ne mogu moru podati velikih ledenih gora, izuzev da je u njihovu zaledju tako ogromno gorje, koje bi moglo svoje plazure s velike daljine potisnuti u more. Izvor tih ogromnih, plivajućih i na okolo bludećih ledenih otoka, koji se u obsegu njekoliko kilometara a preko 70 met. visine dižu iz mora, pod licem pak morskim sežu duboko preko 300 met., u polarnih je gorskih priedjelih, koje oplakuju duboka mora. Najveće ledene gore u arktičkom oceanu nalaze se na Davisovoj cesti. To su orijaši, koji se dižu nad more i sežu duboko pod morsko lice. Natovareni kamenjem, stienjem i kršjem putuju oni polagano sunčanimi traci smanjivani prema jugu k Novofundlandskoj obali, gdje se iza hiljade kilometara dugoga puta posve razplinu, spuštajući mulj i kršje na morsko dno. Na taj način naslaže se po malo na morskom dnu daleko na jugu kamenje i pećinje, koje su plazuri sa Grönlandskih gora donieli, pak se mora na jugu tečajem više mirijada godina, ako taj proces neprekinuto potraje, iz mora podići novo kopno, kojega su sastojni dielovi njekoć nedaleko sjevernoga pola kao vrletne i zubate gorske gromade u ledenu polarnu noć stršali."

Ledene gore imadu prvobitno posve jednostavni oblik i tek time, što se otapljaju i ponovno smrzavaju, primaju one čudnovate oblike, koji ovamo doduše neobično uzhićuju mornare, ali onamo ih opet opominju, da im se podnipošto ne približe. Ravnovjesje je naime tih ledenih gora tako prividno i nesigurno, da ga može u tili čas nestati s najneznatnijih uzroka bud gibanjem valovlja, bud da se odkine komadić gromade. Kadkada se ogromna ledena gora od jednoga udarca sjekirom uz strašno pucanje razkoli, pak njezini pojedini plivajući dielovi pokriju obližnje čamce za uviek u morskih valovih. Napokon makar da se čini skroz nevjerovatnim, posve je istinito, da je kadkada jednostavni zvuk glasa bio dostatan, da se raztepla ledena gora.

Do sada smo motrili samo polarne krajeve. Medjutim je i u njekih morih umjerenoga pojasa zimi vrlo mnogo leda. Pojavi polarnih mora ponavljaju se tu u manjih prilikah i s manjimi pogibli.

U Iztočnom ili Baltskom moru ima svake zime vrlo mnogo leda, pače na iztočnoj se obali toga mora zimi tako smrzne more, da se ide po ledu do susjednih otoka. Alandski su otoci donjekle pilovi ogromnoga mosta, po kojem se kadšto po zimi putuje iz Švedske u Finsku. God. 1323. bila je tako jaka zima, da se je južna čest Iztočnoga mora većim dielom smrznula, te se moglo iz Kopenhagena u Danzig po ledu pješke, a zimi g. 1408. navališe mnogi vukovi po ledu iz Norvežke na Jutski poluotok. Nevjerovatno je nasuprot, da se godine 401. Crno more smrznulo, kao i da se zimi god. 763. moglo pješke po smrznutoj cesti Dardanelskoj, ili pak da se zimi god. 860. Jonsko more smrznulo. Stari izvještaji, koji nam ta čudesa spominju, ne čine se nikako vjerodostojni, ili su bar pretjerani.

*

XIV.

Gibanje mora.

More riedko posve miruje. — Uzrok morske gibavice. — Mareta. — Visina morskih valova. — Dubljina uzrujanoga mora. — „Ras de marée“. — Mlat ili plač mora. — U polarnih morih ublažuje gibavicu razdrobljeni led, a u umjerenom pojasu ulje.

Punim se pravom more prema kopnu nazivlje uviek nemirnim, jer ta doista morsko lice nikada podpuno ne miruje. Pače ako se sa morskoga površja spustimo u strašne dubljine morske, u one priedjele, do kojih nikada valovi pjenastoga mora ne dopiru, to ne ćemo ni tuj naći absolutnoga mirovanja. Zbog raznolike naime temperature ako i polagano, to se ipak neprestano giblje more, jer uzrujana voda nastoji, da se opet ujednači. Promatramo li pobliže, kako se raznoliko giblje morsko površje, to ćemo jasno razlikovati tri vrsti morskoga gibanja i to običnu i svuda poznatu gibavicu, zatim plimu i osjeku, i napokon morske struje.

Gibavica postaje od vjetra, u obće od nejednaka tlaka zraka na razne dielove morskoga površja; kadkada nastaje takodjer od potresa na morskom dnu. Kad je zrak posve miran, a to je vrlo riedko, onda se ne giblje površje morsko. Čim se pak najmanji vjetrić digne, uznemiri se morsko površje, počne se prekretati; što je jači vjetar, sve se više more talasa, diže i pada tvoreći ogromne valove, koje prestravljena fantazija prispodablja sa visokimi gorami. Kad čovjek motri valove na uzburkanom moru, pričinja mu se na prvi mah, kano da se valovi sve dalje giblju, a na njihovo mjesto da dolaze drugi valovi. Tomu medjutim nije tako, kao što se možemo na najjednostavniji način osvjedočiti. Bacimo li n. pr. kamen u ribnjak, po kojem ima na površju lišća, to ćemo opaziti, kako će se lišće dizati i padati talasanjem vode, ali ne će promieniti svoga mjesta. Isto se tako ni valovi morski nikamo ne pomiču, već ostaju na svom mjestu. Brzinom valova ne zove se dakle ona brzina, kojom se talasajući dielovi vode pomiču, već razlika vremena med jednim i drugim vrhom vala na njekoj tački. Što su veći valovi, to se brže

giblju, dok su manji laganiji, tako da se pričinja, kano da se ovi posljednji giblju na morskom površju, a oni pak izpod morskoga površja. Izporedi sl. 33., koja nam prikazuje morske valove.

Veliko, dugo i široko valovlje, koje se vidi na morskoj pučini i koje se veličanstveno, odmjereno giblje, zove se m a r e t a. Budući da učinak uviek dulje traje od uzroka, to se i more talasa i onda, kad se već vjetar slegao. To dizanje i padanje mora vrlo nalično na disanje, seže i preko medja olujom uzburkana mora, tako n. pr. iz priedjela srednje zemljopisne širine na Atlantskom oceanu pasatnim pojasom do otoka sv. Pavla, Ascensiona i sv. Jelene. Mareta je donjekle podlogom, na kojoj se razvijaju manji valovi zbog mjestnih vjetrova. Ona je posljednje izdisanje valovlja, koje su potakle bure i oluje i koje kadkada na hiljade kilometara more razruju, a već su same davno prestale. U priedjelih pasatnih vjetrova ukazuje se mareta na obalah upravo veličanstvenom. Kadkada se opet dogadja, da jaka mareta javlja brodovom unapried oluju. Medjutim mareta nije, kao što niti gibavica, u obće r e d o v i t o g i b a n j e, jer kao što R e c l u s kaže: nijedan se dah morski ne izgubi za gibljivi elemenat te mnogovrstna raznolikost morskih valova samo svjedoči, kako su vrlo raznolične zračne struje, koje ju prouzrokuju.

Često se pitalo, koliki mogu biti najveći valovi morski. Na to je pitanje težko tačno odgovoriti, jer kad uzburkano more najveće valove baca, imadu svi, koji su na ladji, drugoga posla, nego li da promatraju visinu valova. Ipak se može dan danas mirne duše uztvrditi, da su njekadašnje pripoviedke o valovih, visokih poput najviših tornjeva i visokih gora, vrlo pretjerane. S c o r e s b y pripovieda, da su se prigodom njeke oluje na Atlantskom oceanu dizali valovi 8 met. visoko nad morsko lice, te dodaje, da se ne sjeća, da bi ikada bio strašniju i užasniju buru na moru doživio. Prokušani taj mornar upravo je taj put svu pomnju posvetio tomu, da prosudi visinu valova, s toga je njegovo izvješće od velike vriednosti. Dakako, treba i to pred očima imati, da se ne vidi nikada sam vrh vala, već da je pred njim i za njim upravo tako duboka dol, pak se dižući val s toga pričinja još veličanstvenijim. Valovi se dizahu, kao što pripovieda Scoresby, 14—16 met. visoko iz doline, u koju je bila ladja utisnuta. U južnom je polarnom moru motrio W i l k e s valove 10 met. visoke, a iste se visine vidjevaju valovi kod glavine Horna. Isto tako izvješćuju sporazumno svi mornari, da se na jugu glavine Dobre nade, gdje se razbija valovlje Atlantskoga oceana o valovlje Indijskoga oceana, diže u vis za oluje more do 15 metara.

Sl. 33. Morski valovi.

Dumont d' Urville pače tvrdi, da je vidio valova do 33 met. visine. Medjutim uzme li se ta visina makar baš od najdublje tačke dolina oko valova, to ipak znatno nadilazi visinu, koju suglasno ostali brodari spominju. Vrsi valova udaljeni su jedan od drugoga prema tomu, kako su visoki; kod najviših valova udaljenost se računa 12 puta tolika kao visina. Kod valova dakle visokih 8 met. iznose doline med oba vala oko 100 met. duljine, te si prema tomu možemo predstaviti ogromnost i veličanstvo vodene mase, kad se diže. Duljina valova je raznolika; kad je more nemirno, može narasti do 100 met., dapače u jako nemirnom Biskajskom zaljevu opažali su se valovi dugi preko 300—400 met. I brzina, kojom se valovi giblju, u pojedinih je slučajevih vrlo različna. Za umjerenih vjetrova iznosi u jednoj uri 15—22 kilometra, a brzina za oluje mnogo je veća. James Ross računa u otvorenom oceanu za jednu uru na 145 km.; ipak se čini, da brzina valova i za najžešćih orkana poprieko u jednoj uri preko 75 km. ne iznosi. Takovo bi valovlje trebalo 23 dana, da obidje zemaljsku kruglju. Dakako da to nije moguće poradi kopna, ali su ipak valovi, nastali od potresa, opetovano izmjerili širom veliki ocean. Strašni potres, koji je razorio mjeseca kolovoza god. 1868. grad Ariku u Južnoj Americi, raznjihao je neizmjernu vodenu masu Velikoga oceana, ter su ogromni valovi preletjeli u jednoj uri 200 km. Za jednakih inače prilika ovisi veličina i brzina valova o ogromnosti i dubljini mora, pak se može po onoj i ova proračunati. Na taj je način popriečna dubljina velikoga oceana proračunana na 3·408 met. U manjih i plitčijih dielovih mora ne mogu se valovi nikada do one visine popeti, kao što u Atlantskom ili pače u Velikom oceanu.

Dubljina, do koje se giblje morska voda, podudara se sa visinom valova, te jaći valovi sigurno razgiblju i niže slojeve morske vode. Kako duboko uznemiruje gibavica morsku vodu, još nije tačno izpitano. Polag opažanja braće Weber talasa se voda 350 puta tako duboko u moru, kako su visoki valovi nad morskim licem. S tim se takodjer slaže, što more o grebenje udara, koje je 40 i više metara pod licem morskim sakrito; isto se tako tumači tako zvani sušac, koji nastaje tamo, gdje morsko dno zaustavlja dublje talasanje. Možda se na taj način dade protumačiti i od Francuza nazvani „ras de marée“ (vodena podgana). Taj čudnovati i užasni pojav zgadja se na njekih obalah i to tako, da se nenadano za posve mirna zraka uzdignu valovi iz dubljine i sve sa sobom povuku u ponor morski, štogod se na morskom površju nalazi. Uzmemo li,

da se na takvom mjestu okomite klisure nalične na stiene iz morskoga dna podižu i da podmorski valovi velikom silom o te stiene udaraju, to se mora voda naglo dizati, kao što se u istinu kod vodenih podgana opaža. Prema onomu, što smo prije spomenuli, razgibali bi 10 met. visoki valovi ocean u dubljini od 2000 met. U obće se medjutim opaža, da je za uzrujana mora u dubljinah morskih od 25—30 met. voda prilično mirna.

Kad se o strme pećinjaste obale razbijaju ogromni valovi uzburkanoga mora, more se strašno pjeni i užasno bjesni. To udaranje morskih valova o strmo stienje i odbijanje njihovo zove se mlat ili plač. Što je more dublje, to je jači plač valova. Ne ima sumnje, da mlat valova za vrlo jake oluje ide med najveličanstvenije prizore na moru. Ogromni talasi veličanstveno se valjaju prema obali, udaraju gruhajući o pećine i tako rekuć uzpinju se na njih, a na to se opet ruše u morske dubljine. Medjutim su nadošli već novi valovi ter prodiru preko starih ponovno do vrletnih stiena; razmrskani pjeneći se vraćaju se isti u morski vrtlog, odakle opet bacani neodoljivom silom udaraju ponovno o pećinje. Taj se pojav stotinu i hiljadu puta ponavlja. Kod Bell-Rocka u Škotskoj dižu se valovi za jake oluje svjetioniku do vrha, a svjetionik kod Edistone u južnozapadnoj Englezkoj kadkada valovi posve zaogrnu udarajući silnim šumom o vrh čvrste te gradjevine. Da si samo donjekle predstavimo mehaničku silu, kojom udara morsko valovlje, spomenut ćemo, kako su valovi na Hebridih masu kamenja težku 500 metr. centi odkinuli, kako je kod Ealf Pointa na otoku Irskom valovlje bacilo na obalu 100 metr. centi težki balvan, pače Lyell pripovieda, kako je preko 300 centi težka pećina udaranjem valova bila bačena u vis do 50 met. Silne pećine, za koje nam se čini, da će se do vieka ponosno dizati nebu pod oblake, po malo razara i uništuje morski mlat, naši pak svjetionici, koji su mjestimice upravo na najpogibeljnijih tačkah podignuti, ipak odolievaju silam uzburkanoga mora — dakako na kako dugo!

Gdje je more pokrito razdrobljenim ledom, tamo je neznatna gibavica. To su izkusili svi mornari u Arktičkom moru, te ujedno tvrde, da bi u polarnom ledu svaka ladja nastradala, da nije tamo razmjerno mirno more. Posve je drugačije barem kadkada u Antarktičkom oceanu. Tako je James Ross na svom glasovitom putu prema južnomu polu pretrpio strašnu oluju u polarnom ledu. Valovi su bacali tolikom silom komade leda o ladju, da se je ona sva potresala, a prestravljenim mornarom nije drugo preostalo, već da smireno čekaju svoj udes. Valovi bijahu onoliki, koliki su na otvo-

renom moru, a k tomu su se na vrhovih, kao i u dolinah valova naslagale nebrojene sante leda, razbijajući se jedna o drugu i zajedno o ladju. Tek pod noć postajalo je more mirnije, udaranje valova bilo je umjerenije, ali ipak još tako jako, da bi za pet minuta svaku običnu ladju razbilo, dok za brod „Erebus" nije bilo već pogibli. Slabije su pak valovi s toga udarali, što je čitav lanac ledenih gora zaokružio obje ladje, te ih tako branio od navale valovlja.

Dok u polarnih priedjelih plivajuće gromade leda ublažuju morske valove, znade se već od davnine, da u priedjelih umjerenoga pojasa ulje blaži morske talase. Bode spominje, kako je u vrieme Anglosasa imao njeki brod kralju Oswy-u dovesti ženu iz dalekih krajeva preko mora. Prije odlazka da je dao biskup Aidan zapovjedniku ladje sv. ulja rekavši: „Kad dodješ na široko more, dignut će se silna bura i vjetar će ti priečiti brod. A tada ne zaboravi ovo ulje, koje ti dajem, izliti u more. Utišat će se vihor, umirit će se more i sretno ćeš se vratiti u domovinu". Bode kaže, da se sve dogodilo, kako je biskup prorekao. Linné pak spominje, da su Nizozemci ploveći prema Grönlandiji uviek ponieli sa sobom njekoliko bačava ulja, da ublaže morske valove. Franklin, koji je o tom čuo pripoviedati, pravo je imao, kad je tvrdio, da se mora pokusom izpitati, koliko je na tom istine. U to je ime za burnoga dana izlio nješto ulja na uzburkano površje njekoga ribnjaka, te je na veliko čudo opazio, kako su se valovi smirivali u onoj mjeri, na koliko je do njih ulje dopiralo. U zaljevu je Tarentskom Hugi slične pokuse u velikoj mjeri poduzeo, žrtvujući bogu Neptunu čitave bačve ulja. Talasi se morski time posve umiriše, a ulje je zapriečilo i svjetlucanje mora. Braća Weber, koji su vrlo mnogo proučavali talasanje mora, izpitivahu takodjer djelovanje ulja na morske valove. Oni pronadjoše, da najrazličitije vrsti ulja u istinu morsko površje izgladjuju, ter prostirući se brzo po moru odstranjuju i iste malene predmete na moru.

Praktičke vriednosti dakako ne imaju ta opažanja, jer je gotovo ludo, što je već ponovno bilo predloženo, da bi se naime „ublažujućim" djelovanjem ulja mogla ladja za oluje iz pogibli spasti. Ponajprije treba misliti na to, da za oluje ladja ne ostane na jednom mjestu, već ju valovi bacaju amo tamo, ter bi slabo koristilo, makar bi se na njekoliko stotina četvornih metara po morskoj površini ulja razlilo. Treba zatim i to iztaknuti, da nije dosele još nitko kušao djelovanje ulja na uzburkanih valovih u otvorenom moru.

XV.

Morske struje.

Morske su struje znamenitije nego gibavica. — Zašto si je more svuda posve nalično. — Glavni uzroci struja. — Strujanje mora od pola k polutniku i obratno. — Razne vrsti struja. — Zatonska ili Floridska struja. — Maury, Peschel i Petermann o toj struji. — Polagano upoznavanje te struje. — Izvor, dubljina i brzina Floridske struje. — Četiri rukava Floridske struje. — Sargaška livada. — Velika toplota Floridske struje i njezino djelovanje na sjeverno-zapadnu Evropu. — Koji su uzroci te struje. — Nazori Catlina, Franklina i Coldinga — Koliko je skraćen put tom strujom med Evropom i Amerikom. — Ostale morske struje u Atlantskom oceanu. — Struje u Velikom oceanu imenito Kuro-Sivo ili crna rieka. — Indijski ocean. — Manje struje.

More ima svoje rieke, kao što i kopno; ogromne velerieke, koje križaju po oceanih, zovu se morske struje. Premda gibavica svakomu mornaru jače za oči zapinje, nego li strujanje morskih rieka, ipak su ove posljednje za sav život na zemlji mnogo znamenitije. Morske struje raznose neizmjernu vodu na tisuće kilometara širine i više stotina metara dubljine na sve strane po oceanskih kotlinah. Morskimi se strujami spuštaju vode polarnih mora u polutničke priedjele, dok opet iz ovih priedjela struji voda u one. Neprestano u svakom moru na zemlji kola voda kao u kakvom silnom vrtlogu, te možemo na zemljovidu pratiti to čudnovato kolanje mora sa ledenih poljana na polovih do žarke atmosfere tropskih priedjela. Morske struje niesu ništa drugo, već tekuće more, vijuganje one velike Homerove „slane vode“, koja neizmjernim kolanjem oplakuje zemlju. Svaka kap mora, koja se nije digla u vis kao hlap, da svoj daleki put kroz oblake, plazure i rieke s nova započne, mienja neprestano svoje mjesto u utrobi morskoj. Ona se spušta na dno morsko, odakle se opet diže do površja; ona putuje prodirući kroz sve oceanske pojase od polutnika k polom i od polova natrag k polutniku. Poradi toga neprestanoga premještaja morskih čestica nalići si more pod

svakom zemljopisnom širinom i dužinom svojom vanjštinom, sastavom i sadržinom soli.

Svaka različna visina morskoga površja, koja je nastala vjetrovi i jakimi kišami ili mnogim izhlapljivanjem, radja struju, jer voda nastoji, da si izravna površje i s toga neprestano pritječe sa viših mjesta k nižim. Već neznatna atmosferska promjena tako rekuć premješta vodu na površju morskom; velike pak morske struje, koje redovito kolaju po oceanskih kotlinah med polarnim i tropskim pojasom, ovise o obćenitih uzrocih, koji djeluju jednako na cielu zemlju. Glavni su pak uzroci toplina sunca, kretanje zemlje, vjetrovi i raznoliki sadržaj soli u morih pod raznom zemljopisnom širinom.

Polutnička morska kotlina, neprestano sunčanimi traci ugrijavana, gubi veliku množinu vode, koja se izhlapljujući diže u više atmosferske prostore, da se tamo sgustne u oblake. Koliko se vode sgustne, težko je doduše proračunati, nu uzmemo li po Mauryjevu računu, da se godimice izhlapi oko $4^1/_2$ metra, to bi iznosila voda, koja se izhlapljuje u tropskih priedjelih Atlantskoga oceana, preko 100 bilijuna kub. metara, dakle po prilici 6 puta toliko, koliko donose za isto vrieme sve rieke na zemaljskom površju vode moru. Znatan dio tih hlapova, možda polovica, vraća se kao kiša u more, iz kojega se digla; ali veliki dio oblaka odnesu pasatni vjetrovi i druge zračne struje k izvantropskim morem. Oko polutnika gubi dakle ocean izhlapljivanjem mnogo više vode, nego li mu oblaci vraćaju. Taj manjak nadoknadjuje voda pritječući iz polarnih kotlina, gdje snieg, kiša i led više daje vode, nego li se je izhlapljuje. Ta se suvišna voda valja prema morskim kotlinam vrućega pojasa, te tvori obje velike struje, koje od nasuprotnih zemaljskih polova u Atlantskom i Tihom oceanu jedna prama drugoj teku, neprestano, pravilno kolajući, što nas opominje na kruženje nebeskih tjelesa. K tomu nije samo preveliko izhlapljivanje u tropskih morih jedini uzrok, što polarne vode struje prema polutniku. I pasatni vjetrovi, koji duvaju stalno istim smjerom, privlačeni jakim ognjištem topline na polutniku, tjeraju pred sobom morske valove, pospješujući na taj način oceanske struje.

Kad bi vode, koja neprestano pritječe od polova k polutniku, upravo toliko bilo, koliko se oko polutnika izhlapljuje, zaustavile bi se morske struje u tropskih priedjelih, te ne bi nipošto strujile natrag u oba polarna mora. Medjutim sve više vode pritječe sa sjevera i juga zbog stalnih pasatnih vjetrova a napokon i suviše, k tomu ju pak, kad stigne u tropske priedjele, zahvati druga struja, koja

nastaje kretanjem zemlje. Zbog gibljivosti svojih čestica ne sliedi vodena masa podpuno kretanje od zapada prema iztoku. Spuštajući se od polova k polutniku i protječući priedjele takove širine, koji se sve većom brzinom kreću oko zemaljske osi, zaostaje voda za kretanjem zemlje te izgleda prividno prema površju morskom, kao da struji od iztoka prema zapadu. Kad se obje s istih uzroka zakrećuće struje sastanu u tropskom pojasu, udaraju koso jedna o drugu, ter se sastave kao velika oceanska struja i teku zatim ravno na zapad, dakle upravo protivnim smjerom, nego li se kreće zemlja oko svoje osi.

Tako nastaje ekvatorska ili polutnička struja, koja uz obje polarne struje gospoduje nad svimi ostalimi strujami po svih oceanih. Sve ostale struje niesu drugo već razlikosti i iznimke od spomenutih glavnih struja, koje potjeću ponajviše od razitoga ustrojstva kopna

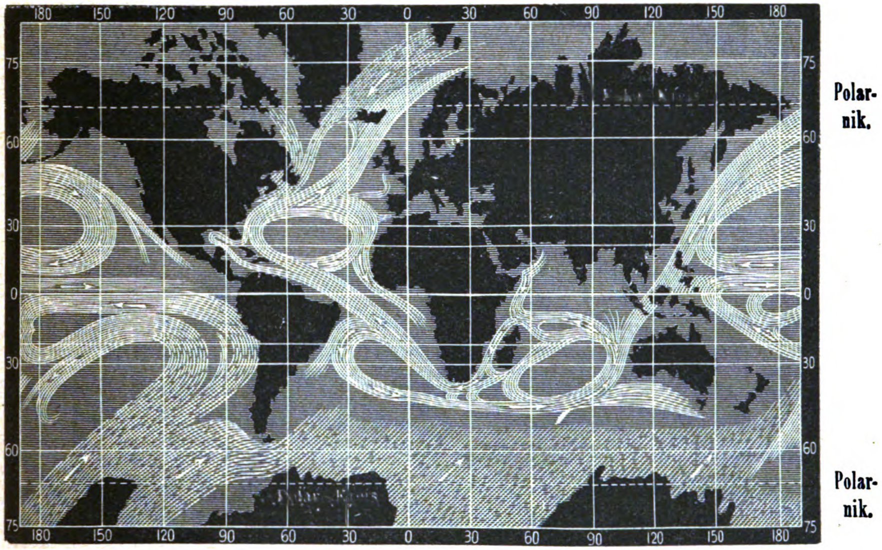
Polutnička struja, koja nastavlja obje polarne struje, tvoreći sa svakom veliki polukrug, ne može se slobodno razviti oko ciele zemlje. Amerika ju zaustavlja u Atlantskom oceanu a u Tihom oceanu Azija i otočja, koja spajaju to kopno s Australijom. S toga se ona odbija na spomenutih obalah, te se ciepa na dvie polovice, od kojih jedna odtječe prema sjevernomu a druga prema južnomu polu. Preogromna morska velerieka vraća se po tom k svomu izvoru. Na tom ju putu kretnja zemlje, koja ju je prije dosljedno zakretala na zapad, svraća sada nasuprotnim smjerom. Budući da se na polutniku zemlja kreće većom brzinom nego ma na ikojoj drugoj tački zemaljskoga površja, struji voda, dolazeći iz tropskih mora u mora umjerenoga pojasa, većma prema zapadu nego tamošnja voda; pak kad dostigne polarna mora, pričinja se, kano da dolazi sa zapada. Tako kola voda na obje polutke. Tihi i Atlantski ocean imadu dvovrstno kolanje mora, koje se u vrućem pojasu staplja u četiri zajedničke polutničke struje. Indijski ocean, koji je na sjeveru omedjen Azijskim kopnom, ima samo jednu glavnu struju, koja kola neprestano velikom kotlinom med Afrikom i Australijom, te je u savezu sa Monsunskimi vjetrovi. Sl. 34. prikazuje nam glavne morske struje.

Kod morskih struja razlikujemo gornje ili površne struje i dolnje ili unutrašnje (podmorske) struje, prema tomu, da li voda struji na površju i do njeke dubljine, ili pak na morskom dnu. Struji li more istim smjerom od površja do dna, zove se cjelokupnom morskom strujom. Gornje i dolnje struje idu često jedna pod drugom protivnim smjerom, a kadkada i same gornje struje teku jedna polag druge protivnim smjerom. Struje se obično zovu

po onoj strani svieta, prema kojoj teku, dok je poznato, da vjetrove nazivljemo po onoj strani svieta, s koje duvaju. Po temperaturi razlikujemo t o p l e i h l a d n e struje, a po trajanju s t a l n e i n e s t a l n e ili p r o m j e n l j i v e. Struje, koje tjerane vjetrom teku samo na morskom površju, zovu se v j e t r e n e s t r u j e („drifts of the sea“).

1.

Med svimi oceanskimi strujami najbolje je poznat onaj dio sjeverno-atlantske struje, koji su nazvali Englezi i Amerićani z a t o n s k o m s t r u j o m (Golfstrom ili Floridastrom), jer se razvija u Me-



Sl. 34. Morske struje.

xičkom zatonu, prije nego li izadje kraj Floride u otvoreni ocean. Glasoviti je M a u r y posvetio zatonskoj struji najznatniji dio svoga klasičkoga djela „o zemljopisu mora“. „Zatonska je struja“, kaže on, „oceanska velerieka; ona nikada ne presahne, pa makar se sve drugo posušilo; ona ne prekorači svojih obala, makar joj i valovi nabujaju. Ona je plahovitija i brža nego li Amazonka, bjesnija nego li Misisipi, a te obje rieke ne imaju zajedno niti tisući dio silne vodene mase, koju ona sa sobom nosi“. P e s c h e l pak kaže: „Zatonska struja čini, da je naše kopno klijalište, koje topla voda ugrijava. Njoj treba da zahvalimo, što ne ima leda na zapadnoj obali

Skandinavskoj, kao što ona u obće uzroči blago podneblje Evropsko, a ujedno veliku prihvatljivost toga kopna za kulturu. Ona ima dakle velikih zasluga za vanredni razvitak Evropske naobraženosti, te je po tom jedan od najznamenitijih prirodnih faktora, koji su odlučili o poviesti čovječanstva". Petermann napokon kaže, da bi Englezka i Njemačka bile bez te struje drugi Labrador a Skandinavija i Ruska druga pod plazuri zakopana Grönlandija.

Zatonska je struja za čovječanstvo imenito pak za Evropljane najznamenitija med svimi strujami. Ona je pravi izvor životu za naobraženu Evropu, jer njezine tople vode omogućuju kulturni napredak u onih priedjelih našega kopna, koje su gotovo tako daleko od sjevernoga pola kao puste zemlje oko Hudsonova zaljeva. Herodot je nazvao Egipat darom Nila; isto tako mogu i žitelji Englezke uztvrditi, da je njihova kultura i svjetski položaj Velike Britanije barem posredno „dar zatonske struje." Veoma bi se medjutim varao, tko bi mislio, da su ljudi već rano upoznali znamenito djelovanje zatonske struje na podnebne odnošaje Evrope; nasuprot upoznala se znamenitost te morske velerieke kao i njezin razvitak tek u novije doba.

Prvi mornari, koji su se namjerili na njeke česti zatonske struje, bijahu Španjolci Ponce de Leon i Antonije de Alaminos i to godine 1513. Ovaj posljednji je odmah uvidio, kako će se tom strujom znamenito skratiti put med Amerikom i Evropom. I doista, zatonska je struja tako znamenita za promet med našim kopnom i novim svietom, te se može reći, da je upravo ona mnogo dopriniela k tako brzom kulturnomu procvatu sjeverne Amerike. Da nije te struje, ne bi bio mogao niti Kolumbo podkriepiti svojih najznamenitijih dokazivanja o tom, da ima na zapadu još nepoznatih zemalja. Kolanjem naime tople vode u sjevernoatlantskom oceanu naplavljena su kod Azorskih otoka opetovano stabla nepoznate vrsti, otesana drva, pače i trupla po crtah lica posve nepoznatoga plemena. Nadalje je saznao Kolumbo od žitelja na Azorih, da se na plovitbah prema zapadu naišlo na ladjice s ljudmi posve stranoga plemena. Ne treba dakako da odmah pomislimo na podmukle pražitelje američke; ali ne ima sumnje, da su žitelji sa Grönlandije opetovano došli do sjevernozapadnih obala Evropskih i to jedino putem zatonske struje i sjevernozapadnimi vjetrovi. Već Plinije pripovieda o njekih tamne boje ljudih, koje da je dobio na poklon Metello Celer, bivši prokonsulom u Galliji. Isto se tako spominje, da su se u srednjem vieku za Fridrika Barbarose „Indijanci" izkrcali na zapadnonjemačkih obalah. Humboldt pri-

povieda, kako je po izvješću kardinala Bemba njeki Francuzki brod ulovio god. 1508. blizu Englezke obale malenu ladju sa sedam ljudi malena stasa i posve nepoznatoga plemena. Nitko nije razumio jezika, kojim su ti ljudi govorili. Odielo im je bilo sašiveno od riblje kože, hranili su se sirovim mesom, a krv su pili kao vino. Šest ih je umrlo na putu, a sedmi, mladić, bio je predstavljen Francuzkomu kralju, koji se tada upravo desio u Orleansu. Po opisu tih ljudi i po njihovu životu rekao bi čovjek, da su bili Eskimljani. Nadalje je opažano na Evropskih otocih mnogo Američkoga bilja, naplavljena zatonskom strujom. Na obalah Islandije nadje se kadšto plod kokospaome, a na Faeroerskom otočju naslaže se toliko Američkih stabala, da se to naplavljeno drvlje upotrebljuje za gradju. Do Hammerfesta doploviše jednom bačve s paomovim uljem, koje su potjecale sa ladje, što se razbila na zapadnoj Afričkoj obali kod polutnika. Posve su slična opažanja u sjevernom dielu Tihoga oceana i to kod Aleutskoga otočja poradi Kuro-Sive struje. Tamo ne raste nikakvo drveće, te si žitelji grade ladje i prave pokućtvo jedino od naplavljenoga drvlja na obalah.

Zatonska je struja bolje izpitana tek g. 1755., kad je slavni Franklin odkrio, da se možemo, ako zaronimo toplomjer u vodu Atlantskoga oceana, uvjeriti, da li ladja plovi zatonskom strujom ili ne. Time se došlo do izkustva, koje je vrlo znamenito za plovitbu po Atlantskom oceanu. Plovitbu naime iz Amerike u Evropu vanredno pospješuje ta struja, nasuprot ploveći iz Evrope u Ameriku treba da joj se mornari što više ugiblju. Nadalje donoseći tropsku toplinu umjerenim priedjelom Evropskim ujedno je ta struja često glavni put velikim olujam od središnje Amerike do sjevernoga mora, pak ju s toga zovu mornari „začetnicom bura“ (weather breeder) i „kraljicom oluja“ (storm-king). Atmosfera i ocean idu u tom kraju tako uzporedno, da se pričinjaju obje struje jednom te istom. Zatonska je dakle struja kao za more tako i za atmosferu posrednik med novim i starim svietom. Ona donosi sjevernim Evropskim morem sol iz Antilla, po umjerenom pojasu širi polutničku toplinu, te kaže put električnim strujam i orkanom iz Antilla. Ta je struja onaj orijaški udav (boa constrictor), o kojem pjevaju Skandinavski pjesnici, da svojim strašnim kolutom opasuje ocean, a primakne li se obali, da riga vjetrove, munje i oluje.

Početak ili izvor zatonske ili Floridske struje jest u Florida-kanalu. Brzina strujeće vode iznosi tamo poprieko 1·9 km. u jednoj uri, pače u uzini Beminiu, gdje je struja široka 178 km., iznosi brzina 22 km. za jednu uru. Duboka je struja u tom kraju oko 350 met.

Vodenu masu te struje ciene kraj Floride na 33 milijuna kub. met. u jednoj sekundi. Da dobijemo samo donjekle pojam o toj neizmjernoj vodenoj masi, dovoljno je, da spomenemo, kako je 60 do 80 puta veća, nego ukupna voda, koju nose u ono isto vrieme sve rieke na zemlji u razna mora. I na daljnjem svom putu ne dopire zatonska struja nigdje do morskoga dna već struji nad više tisuća metara dubokom hladnom vodom, na kojoj si je usjekla svoj put.

Pošto je zatonska struja prošla spomenute uzine (narrow), ulazi u Atlantski ocean. Na to se počne ta velerieka sve više širiti, te struji sve polaganije kraj obale preko glavine Hatteras, a napokon se pod istom zemljopisnom širinom sa Newyorkom smjerom sjeverno-iztočnim izljeva u otvoreno more. Kod Nove Fundlandije sastaje se zatonska struja sa polarnom Labradorskom strujom, koja poput klina pod pravim kutom u nju prodire. Ta polarna struja teče kao podmorska struja pod zatonskom sve do Karibskoga mora. Gdje su se obje struje sastale oko Nove Fundlandije, more je pokrito gustom maglom. Polarnom strujom došlo je nebrojeno množtvo riba, koje se, pošto im ne prija topla voda zatonske struje, sakupljaju na njezinih okrajcih kao na neprohodnom zidu. S toga su oko Nove Fundlandije neizcrpljiva lovišta riba. K tomu je tamo na obalah pod istom zemljopisnom širinom sa Pragom znamenit lov na tulanje i sjeverne medvjede. Spomenutom polarnom strujom dopiru u zapadnom dielu Atlantskoga oceana ledene gore do 38° sjev. širine, dok na iztoku sante leda riedko dopiru do Faeroerskoga otočja, pače dalje na iztoku niti ne dopiru do Norvežke.

Zatonska struja širi se med 40° i 50° sjev. šir. i pod 23° zap. dužine po Feru poput lepeze te se ciepa na četiri rukava. Jedan rukav ide Baffinovim zaljevom možda ća do Smithova tiesna (77° sjev. šir.); drugi teče pokraj Islandije do zapadne obale Spitzberga, a treći oplakuje obale Norvežke te dopire i preko Nove zemlje, ali je dubok (po mjerenju 1881.) na ulazu u Matočkinovu cestu jedva 2 metra. Četvrti rukav zatonske struje ide prema jugoiztoku, provali na dan 7—21 km. te djeluje dosta malo na zapadnu Evropu. Robert Scott nazvao je taj rukav sjevernom Afričkom strujom. On struji med Azori i obalom Portugalskom smjerom južnoiztočnim. Neznatni dio toga rukava prodire cestom Gibraltarskom u Sredozemsko more, dok sva ostala voda struji med Madeirom i Afričkom obalom prema jugu, zakreće zatim prema jugozapadu prelazeći u tako zvanu sjevernu polutničku struju.

Tako se završuje veliko kolanje sjeverne česti Atlantskoga oceana. Tim redovitim i neprestanim kolanjem uspjelo je jedrenjačam, da su iz Evrope stigle do novoga svieta. Da nije Kolumbo pošao tom strujom, koja vodi u polukrugu od Španjolskih obala k Antilam, ne bi bio po svoj prilici odkrio Amerike. Da niesu Pilot i Alaminos i za njim ostali brodari, koji su se vraćali od Antila i sjeverne Amerike, plovili zatonskom strujom, Američke bi obale ostale mnogo udaljenije, promet i obćenje bilo bi mnogo teže; Američke bi zemlje ostale osamljene a napredak njihov bio bi se znatno stegnuo. Kako je strujanje sjevernoatlantskoga oceana znatno utjecalo na razvitak trgovine, najbolje svjedoči položaj prometnih središta. Havana i Novi Orleans, oba glavna tržišta Antila i Misisipija država, leže na izvorih zatonske struje; New-york leži nasuprot glavnom zakuku, gdje zakreće ta struja prema Evropi; Liverpool je napokon najviše na udaru toj struji med svimi lukami staroga svieta, kojih se ona dotiče.

Med zatonskom, sjevernoafričkom i polutničkom strujom prostire se 33·000□ Myr. (= $^1/_3$ Evrope) široko mirno more, pokrito neizmjernom halugom. To je ogromna Sargažka livada, za koju se čini, da su već stari znali. Poznato je, kako je ona natjerala Kolumbove drugove u silan strah. U istinu su dvie skupine haluga Iztočna med 19° i 34° sjev. šir. zove se prudovi Corvovi, a zapadna med Bermudasovim i Bahamskim otočjem zove se Bermuda prudovi. Masa haluge sastoji od resine, koja se zove grozdača šiljatobobučava (gulf weed, Sargassum bacciferum). Domovina joj je po svoj prilici Madagaskar i iztočna Afrička obala, odakle dolazi u Atlantski ocean morskimi strujami, o kojih ćemo još kasnije govoriti. Već prije mnogo godina predložio je Leps, da bi se ta haluga na veliko iz mora vadila i upotrebljavala za djubrenje polja. Do sada se nije ni mislilo na to, da bi se taj predlog izveo, te je vrlo dvojbeno, da li bi se to izplatilo.

Zatonska se struja iztiče jasnomodrom bojom, ter se još u Grönlandskom moru posljednji traci polagano izumiruće struje jasno razpoznavaju po tamnoj modrini prema kalnoj, zelenoj vodi polarnoj. Voda zatonske struje ima mnogo više soli, nego li njezin okoliš i jedino velika toplota prieči, da se ne spušta na dno. Pošto smo već na više mjesta spomenuli, kako je znamenita toplota zatonske struje, navesti ćemo po Carpenteru za njeke priedjele tačan izkaz o toploti te struje.

	Florida-kanal	Charleston	Gl. Hetteras	Kod Nantucketa	Kod N. Fundlandije
	26° sjev. šir.	33°	35°	oko 40°	
Zimi	25·0	23·9	22·2	19·4	16·7
Ljeti	28·3	27·8	26·7	26·7	25·6
Poprieko na godinu	26·7	26·0	24·0	22·0	20·6

James Croll je proračunao, da zatonska struja donosi na sjever topline toliko, koliko je prima od sunca površje na polutniku od 8 milijuna km. Nadalje po računu istoga učenjaka nadilazi toplina zatonske struje obilje topline, koju odnose svi vrući vjetrovi s cieloga polutnika prema sjeveru i prema jugu. Da je svakolika toplina zatonske struje na jednoj tački sakupljena, bila bi tako silna, da bi mogla čitave gore od željeza ugrijati od ledišta do tališta i stvoriti rieku od raztaljene kovine, koja bi bila ravna velikoj rieci Misisipiju; ona bi mogla sav zrak, koji okružuje Francuzku i Britanske otoke jednim mahom iz zimske temperature pretvoriti u ljetnu toplotu.

Promatrajmo pobliže, kako utječe toplota zatonske struje na sjevernozapadnu Evropu. Svim je poznata blaga zima na Britanskom otočju. Reclus kaže, da je Velika Britanija zimi zamotana u magle kao u kakvoj velikoj parnoj kupelji. Na obalah Irske („vazda zeleni otok" ili „smaragdni otok") je pod 52° isto tako toplo kao pod 38° u sjevernoameričkih Saveznih državah. Otok Whigt još sjeverniji od Praga ima podneblje kao Nizza na Sredozemskom moru. Najveća do sada opažana zima u Londonu jest — 16·4 R.°, u Pensance na zapadnoj obali — 3·5°, u Sandwicku na Orkneyskom otočju — 7·2°, a na Shetlandskom otočju — 7·6°. U Madridu se opažalo — 8·3° a u samom Algiru, koji Evropu mjeseca siečnja obskrbljuje cvjetačom, još — 2·0°. Jutrom 8. veljače 1870. javio je brzojav za Ratibor temperaturu — 25·5° R., dok je dalje na sjeverozapadu bila isto jutro sliedeća temperatura: u Vratislavi — 20·0°, u Berlinu — 14·4°, u Kielu — 9·5°, a u Christianiasandu na južnoj obali Norvežkoj, dakle 8 stupnjeva Ratiboru na sjeveru, samo 0·6° R.

Zatonska struja brani Islandiju od ljute zime, koja vlada pod istom zemljopisnom širinom na Grönlandiji. Po Mühryu je kroz 13 god. najveća na Reykjaviku opažana zima brojila samo — 12·5° R. Ne treba se tomu čuditi, kaže Petermann, jer se za Islandiju brine topla zatonska struja; njezina bo popriečna toplota jest u siečnju još 1·2° R., te je u 20 godina najniža toplota opažena — 1·5° R. Dok je Labrador pusta, nesretna zemlja, na Norvežkoj je obali, 10°—15° bliže polu, dosta živahno poljodjelstvo. Pšenica se teži do Inderoëna

na 64° sjev. šir. ječam do Altena na 70°, gdje se obično med 20. i 25. lipnja sije i za kratko vrieme od osam tjedana med 20. i 30. kolovoza žanje poprieko šesterostruko. Korun daje tamo poprieko 7-struki do 8-struki a za povoljne godine 12—15-struki plod; on uspieva još daleko prema iztoku na obali do Vadsöa na Ruskoj medji. U Altenu pod 70° uspieva i za slabije godine još posve tečna cvjetača. Na onoj strani oceana, naime u području polarne struje, nalaze se med 67° i 70° kukavne sniežne kolibice Eskimljana, dok je na našoj strani pod $70^3/_4$° sjev. šir. cvatući i radini gradić Hammerfest, gdje je najveća opažana zima jedan jedini put brojila — 12° R., a obično nije izpod — 10° R.

Kad je u Njemačkoj jaka zima od — 25° R., onda je u Norvežkoj pod polarnikom velika žetva doduše ne na polju, već u toploj zatonskoj struji kod Aasvaera. Tu se pojavi sledj oko 10. prosinca pak sve do prvih dana mjeseca siečnja. Tada se tamo sakupi do 10.000 ribara, koji obično nalove do 200.000 bačava sledjeva u vriednosti oko $2^1/_4$ milijuna forinti. Da djelovanje tople zatonske struje seže i dalje preko Medvjedjih otoka i Nove zemlje, već smo spomenuli, a svjedoče to mnogi izvještaji znamenitih mornara kao Hedenströma, Wrangella, Tatarinova, Sanikova, Lopatina i slavnoga Nordenskiölda. Svakako je čudnovato, da je more na sjeveru Sibirije, dakle na sjeveru najhladnijim krajevom na zemlji, najveći dio godine prosto od leda! Sve ovo, što smo spomenuli, jasno svjedoči, kako su na krivom putu Findlay, glasoviti englezki hidrograf, zatim Carpenter i Blunt, koji su poricali djelovanje zatonske struje na sjeverno-zapadnu Evropu.

Pošto smo nacrtali obćenito, fiziografijsko stanje i djelovanje zatonske struje, potražit ćemo u kratko uzroke onim silam, koje neprestano dan i noć, godinu za godinom, tjeraju toli silnu vodu preko Beminijskoga tiesna. Najstariji je nazor o podrietlu zatonske struje, da je Misisipi kao „otac riekâ“ ujedno i začetnik te struje. Pristaše toga mnienja niesu mislili na to, da Misisipi Mexičkomu zaljevu donosi samo sladku vodu, dok je voda zatonska slana; nadalje da posve izčezava silna doduše voda te rieke prema neizmjernoj vodi Floridske struje. Catlin je tu hipotezu iz nova pokušao u što ljepšem svjetlu prikazati. Po njegovu mnienju nalazi se pod Stjenjakom mnogo veća i veličanstvenija rieka, nego li je Misisipi. Tajinstvena ta rieka prima u se ponirućе rieke i jezera Mexička, te ih podzemno mnogobrojnimi ušći donosi u Mexički zaljev. On drži, da i iz Anda pritječe takova ogromna rieka u Karibsko more. An-

tilsko otočje, koje je dielomice spalo pod lice oceana, sačinjava po njegovu mnienju gorsku kosu, koja da se još prije 6000 godina veličanstveno kao dio Anda nad morem dizala. U ono vrieme izljevahu se obje spomenute velerieke u more. S njihovih izplava i žestokih vulkanskih provala da su postupno spale Antilske kose. U isto doba da je spao i poluotok Jukatan, a kasnije da se opet nješto podigao iz mora. Catlin tvrdi, da živi o tom još i danas tradicija u Indijanaca.

To je medjutim maštovanje. Catlin naime posve zaboravlja, da bi ta njegova tajinstvena rieka trebala da ima 3000 puta toliko vode kao Misisipi, da dostavi toli obilnu vodu zatonskoj struji. K tomu je najnovijimi Američkimi iztraživanji konačno dokazano, da lagane struje u Mexičkom zatonu niesu u nikakvu savezu sa Floridskom strujom.

Prvi je pravo slutio o podrietlu zatonske struje slavni Franklin. On je držao, da je ta struja odtok vodenih masa, koje su natjerali pasatni vjetrovi u Karibsko more i da je tlak vjetrova na vodu ujedno izvorom te struje. Franklinova je teorija samo u tom kriva, što je on držao pasatne vjetrove jedinim izvorom zatonske struje. Coldingova iztraživanja donjekle potvrdjuju Franklinovu teoriju. On je došao na osnovu svojih izpitivanja do toga zaključka, da je voda u Mexičkom zaljevu malo ne dva metra viša, nego li kod sv. Augustina na iztočnoj obali Floridskoj, te da po tom mora odtjecati prema Floridi. Nu taj opad vode ne bi bio ipak dovoljan, da prouzroči tu silnu struju, već je još jedan momenat od velike važnosti, kao što je Colding matematičkim putem dokazao, naime kretanje zemlje. S tim je ujedno u savezu, kao što je Witte iztaknuo, što se zatonska struja susjedne sjeverno-američke obale nigdje ne dotiče, već ju od nje razstavlja sloj hladne vode ili kao što Carpenter kaže „hladni zid“. Taj hladni zid nije podnipošto, kao što njeki hoće, nastavak polarne struje, već je to hladnija voda, koja se diže iz morskih dubljina.

Kad je Franklin, kao što smo već prije spomenuli, prokušao znamenitost toplomjera, da se upoznaju struje, uvidjao je odmah neprocjenivu vriednost toga odkrića. On je doduše njeko vrieme iz domoljublja tajio svoje iznašašće, bojeći se, da ne bi Englezka vlada, koja je tada ratovala s Američkimi kolonijami, upotrebila to odkriće, da što brže ladje i vojsku prebaci preko oceana proti buntovnim pokrajinam. Pošto je minula pogibao za Američke naseobine

od Engleza, mogli su svi mornari po obretu Franklinovu tačno pronaći, kojim su putem trebali udariti na otvorenom oceanu, da stignu najbrže iz Amerike u Evropu, a na povratku da mu se ugiblju. Već su polovicom prošloga stoljeća kitari iz Nantucketa i brodari sa Rhode-Islanda izkusili, da se u Evropu plovi drugim a natrag opet drugim putem. Zatonskom strujom plovili su tako rekuć niz more, a polutničkom protustrujom plovili su uz more natrag prama Americi. Oni su pretekli na svojih putovanjih brodove ostalih luka poprieko na dan za 120 km. Pošto je danas brodarstvo liepo napredovalo, koristuju se mornari još više sjevernoatlantskom strujom, nego li spomenuti brodari iz Providence na otoku Rhode-Islandu. Redovita je plovitba preko Atlantskoga oceana dan danas već na pol skraćena. Dok su prije jedrenjače plovile po 8 tjedana iz Englezke do Saveznih država sjeverno-američkih, obave danas isti put za tri tjedna, a njeke su pače već u 17 dana provalile taj put. Parobrodi, koji takodjer raznim putem amo i tamo plove, provale ga za 10—11 dana. Putem zatonske struje stignu Bremenski parobrodi redovito za 10 dana i $13^1/_2$ sati iz Newyorka do ušća Vezere, dok se vraćaju u Ameriku poprieko za 11 dana i 12 sati. Za trgovinu i naobraženost je to upravo tako znamenito, kano da su se kopna sbližila, a razstavljajući ih oceani da su se za tri četvrtine suzili. A sve je to ponajviše djelo zatonske struje!

2.

Sad ćemo na kratko navesti još njeke znatnije morske struje. U Atlantskom oceanu ide jaka struja od zaljeva Guinejskoga kod Afrike uzporedno sa polutnikom (polutnička struja) prieko k najiztočnijoj tački južne Amerike kod glavine Sv. Roka, gdje se na dva traka razilazi. Jedan od tih trakova struji uz obale Američke, ulazi u Američko sredozemsko more, te ciepajući se na dva uzporedna traka, teče duž obala prema ušću Misisipija. Ovdje se nastavlja, kao što smo već obširno razložili, zatonskom strujom. Drugi rukav Atlantske polutničke struje ide pod imenom Brazilijske obalne struje kraj obala Južne Amerike do ušća La Plate, zakreće zatim na iztok kao južno-atlantska spojna struja k južnoj tački Afričkoj, te se spaja tamo sa hladnom južno-atlantskom strujom, koja dolazi iz antarktičkoga mora i seže malo ne do Guinejskoga zaljeva. U južnoj polovici Atlantskoga oceana kola morska voda gotovo onako, kao u sjevernom dielu. To je već donjekle opazio Vasco de Gama, kad je brodarom, koji su htjeli dostići gla-

vinu Dobre nade, svjetovao, da brode ondje na zapad velikim polukrugom. Poviest odkrića nam pripovieda, kako je Cabral g. 1500. htijući ploviti prema Iztočnoj Indiji, tom strujom bio potisnut na zapad, te je tako nehotice odkrio Braziliju.

U velikom oceanu struji od polarnika med 177° i 117° zap. duž. po Feru antarktička polarna struja prama zapadnoj obali Južne Amerike, te se ciepa pod uzporednikom od Chiloë na južnoiztočni rukav, koji obtječući kao struja glavine Horna južni kraj toga kopna, izljeva se u spomenutu već južno-atlansku spojnu struju; i na rukav, koji ide prama sjeveru te se zove Peruska struja. Prateći obale Američke do polutnika razhladjuje ih znatno. Med obratnici ide široka, u sredini zapadno-iztočnom protustrujom razstavljena struja pod imenom sjeverne i južne polutničke struje na zapad prama Australiji i zadnjo-indijskomu otočju. Kod ovoga otočja počinje sjeverno-iztočna struja, koja je posve nalična na zatonsku struju. To je Kuro-Sivo Japanaca t. j. crna rieka, nazvana tako zbog tamno-modre boje svojih voda. Ta struja prati skrajni rub iztočno-azijskoga otočja i pošto ne može prodrieti preko Aleutskoga otočja poradi polarne struje, koja se spušta prema jugu od Behrinžkoga mora, zakreće na iztok prama obalam Sjeverne Amerike, prateći ih kao sjeverna pacifička struja, te se napokon opet sastaje sa sjeverno-polutnićkom strujom. Samo posve uzki rukav tople Kuro-Sive rieke tekući sjeverno-iztočnim smjerom prodire u Behrinžko more pače i preko Behrinžkoga tiesna. Kao što iz Behrinžkoga mora tako teče i iz Ohotskoga mora prama jugu med Kuro-Sivom riekom i med obalami Azijskimi polarna struja, u kojoj se kod obala Japanskih nakupljaju vrlo tečne ribe. Jake magle i česte kiše označuju ovdje kao i u Atlantskom oceanu medju obiju struja. Posred spomenutih struja nalaze se i tu znatne poljane resina i ujedno neizmjerno množtvo živih mekušaca, kojimi se hrane mnogobrojni čopori kitova. Sandviški otoci ležeći na južnom rubu pacifičkoga sargažkoga mora jesu s toga ročištem kitara, a to je ujedno razlog, da je to otočje razmjerno liepo procvalo. — Južno-polutnička struja razilazi se u Polineziji na mnogo posebnih trakova, koji svojim kolanjem spajaju na više mjesta Malajska otoćja sa Polinezijom. Najznamenitiji med timi trakovi jest iztočno-australska struja, koja ide od Nove Kaledonije prema Novom južnom Walesu, ter skrećući kod Basovoga puta seže do Nove Selandije; drugi znatniji trak struji pokraj Nizkih

otoka, oplakuje iztočnu obalu Nove Selandije, potiskujući sante leda preko 50° juž. šir.

U Indijskom oceanu odbija do 40. uzporednika hladnu antarktičku struju sa sjevera dolazeća toplija struja, koja Africi na jugu naglo zakreće prema iztoku. Na Australskoj obali seže jednim rukavom do 20° sjev. šir. Drugi rukav teče uz Južnu Australiju prema iztoku, gdje se u južno-australskom zaljevu ugrije, te oplakuje kao južno-australska struja obale Tasmanije. U sjevernom dielu Indijskoga oceana glavne su struje: južno-iztočna pasatna struja i Malabarska struja, koje idu od iztoka na zapad. Došavši do Madagaskara i iztočne obale Afričke ciepaju se na mnogo dielova, od kojih jedan silno struji putem Mozambičkim do Kapa. Tamo se zove Agulhas i Cap struja ter zakreće, kao što smo već spomenuli, naglo na iztok. Tom su strujom u srednjem vieku došli Arapi sve do Quiloa, ali se niesu usudili ploviti preko Mozambičkoga kanala. I Malajci su u Madagaskar došli tom strujom s iztoka.

Osim spomenutih glavnih oceanskih struja ima u svakom moru još struja drugoga i trećega reda. Tako je zanimljiva struja drugoga reda na Evropskom zapadu u polukrugljoj kotlini, koju tvore obale Španjolske, Francuzke, Englezke i Irske. Jedan dio zatonskih voda sa sjevera i sjevero-zapada dolazeći do Galicijskih i Asturskih obala skreće prama iztoku u zaledje Gasconjskoga zatona i teče natrag duž obala „Landes“, zatim kraj Saintonga, Poitou-a i Bretagne, ter zakrećući prema sjevero-zapadu i zapadu tvori njeke vrsti pregradu poprieko kanala La Mancha. Ta struja nazvana po Englezkom učenjaku, koji ju je pronašao, Rennelovom strujom, vraća se napokon natrag u zatonsku struju i teče opet s vodami oceanskimi prama jugu. Rennelovom strujom, koja teče sad bliže, sad opet dalje od obale, nastaju u malenih primorskih zatonih i dragah struje trećega reda, koje su svojim kolanjem načiene na zatonsku struju ili Kuro-Sivo. Kolanje se dakle oceanskih voda razplodjuje iz otvorenoga mora u zaljeve, iz zaljeva u zatone, a iz ovih u malene primorske drage. Dakako da niesu okrajne struje tako redovite kao glavna struja; po mnienju pače njekih mornara mienja kadkada i Rennelova struja svoj put, pa teče smjerom posve protivnim onomu, koji smo malo prije opisali.

Omanje struje teku obično protivnim smjerom, nego li glavna struja. Ima ih pak bud stalnih, bud povremenih u svih sredozemskih

morih, zaljevih i dragah. Isto Antilsko more, premda gotovo svu svoju vodu pošilja u Mexički zaljev, ima na zapadnom svom kraju stalnu struju, koja ide od Panamske prevlake prama Kolumbiji. Ladja, koja je glavnom strujom došla do Moskvitskoga primorja, treba da stigne samo do Kolona, a onda se može posve mirno prepustiti struji, koja teče prema Karthageni i Sv. Marti, pak će bez sumnje sigurnim putem ploviti. Mnogi lieni mornari plove u istinu tom strujom iz luka na prevlaci do luka na kopnu. Budući da im nije ništa stalo do vremena, prepuštaju oni, da ih valovi njišu i nose, a da niti jedra ne razapnu; laganije nego li kornjača, jedva njekoliko kilometara u jednoj uri, pomiče se njihov brod, te iza 8—10 dnevne plovitbe ugledaju napokon modraste gore i pjeskovite paomami zasjenjene obale Nove Granade.

Mnoge struje drugoga reda nastaju, što nastoji voda, da se izjednači morsko površje. Tako n. pr. odtječe iz Iztočnoga mora, koje prima riekami mnogo više vode, nego li se izhlapi, suvišak vode uzinami Sunda i obiju Belta u Sjeverno more. Budući da su spomenute ceste tako široke i duboke, da može sva suvišna voda za kratko vrieme odteći, to nije ta struja stalna. K tomu teku često zapadnimi vjetrovi tjerani valovi nasuprot spomenutoj struji, prodirući u Iztočno more. Tim protivnim strujam pridružuju se nenadane mjestne struje, koje su veoma opasne ladjam. Za svaka 4 dana struji ovdje voda poprieko 2 dana prema Kategatu, jedan dan natrag u Iztočno more, dok se jedan dan ne opaža nikakva struja. Kadšto teku po opažanjih Forchhammerovih dvie protivne struje jedna nad drugom, od kojih nosi gornja laglju vodu Iztočnoga mora, a dolnja slaniju, dakle i težu vodu Sjevernoga mora.

Na drugom kraju Evropskom možemo opažati' slični pojav naime u Bosporu, na izlazu Crnoga mora. Ta cesta, kroz koju teče suvišna voda Crnoga mora, poprieko je široka 1800 met. a duboka $27\frac{1}{2}$ metra. Da teče morska voda cestom neprestano kao u kakvom riečkom koritu i da je brzina struje samo 2 km. na uru, izteklo bi kroz nju 27·500 kub. met. u jednoj sekundi. Nu budući da svi pritoci Crnoga i Azovskoga mora po svoj prilici jedva polovicu te vodene mase donose, a k tomu se izhlapi dobar dio pritječuće vode, mnogo je prevelik Bospor, nego da bude koritom jednoj jedinoj struji, koja bi tekla iz Crnoga u Marmarsko more. S toga kao što se opažalo. da voda Bosporom teče u Sredozemsko more brzinom od 3—4 ili pače 7 km. za jednu uru, isto se tako do-

kazalo, da ima onuda dosta jakih postranih struja; kadkada pače potisnu zapadni vjetrovi i glavnu struju natrag kroz tiesno. Spomenut ćemo i to, da je Marsigli već u prošlom stoljeću pronašao podmorsku struju, koja teče prama Crnomu moru.

Na zapadnom kraju Sredozemskoga mora med Gibraltarom i Ceutom dolazi obična struja od Atlantskoga oceana. Sredozemsko naime more ne ima mnogo velikih pritoka; ono prima jednu jedinu u istinu obilnu vodom rieku i to Dunav; ostali pritoci kao Rhodan, Pad, Dnjestar, Dnjepar, Don pače i isti Nil niesu tako znameniti, te mu ne donose poprieko preko 15.000 kub. met. vode u jednoj sekundi. Nasuprot voda u Sredozemskoj kotlini neobično izhlapljuje imenito na jugu kod Tripolisa i Egipta. Poprieko se računa da na godinu izhlapi iz Sredozemskoga mora sloj vode visok do $1^1/_2$ metra, što je tim vjerovatnije, kad kod Genue, Arlesa, Prepignana i na sjevernih obalah za vrućih dana preko 1 cm. svaki dan izhlapi, a za tri ljetna mjeseca ukupno oko 60 cm., dok se množina oborine na cielu godinu računa na 50 cm. Po tom se čini, da Sredozemsko more stalno tri puta toliko vode gubi, koliko je prima po svojih pritocih. Taj gubitak mora nadomjestiti ocean. Jedan dio struje, koja uzduž obala Španjolskoga poluotoka teče, prodire cestom Gibraltarskom, te se širi na daleko površjem Sredozemskoga mora. Ipak bi se Sredozemsko more, da ne šalje istodobno protustruju u Atlantski ocean, pretvorilo prije ili kašnje u neizmjernu solnu ploštinu. Budući da neprestano izhlapljivanjem gubi sladku vodu, a pritjecanjem iz Atlantskoga oceana prima uviek slanu vodu, nasitila bi se voda napokon posve soli, te bi po malo sve jači slojevi soli pokrili morsko dno. Da se izjednači obilje soli u oba mora, treba da slanija voda iz Sredozemskoga mora odtječe u Atlantski ocean. To u istinu i biva. Osim postranih struja, koje nastaju duž obala one struje, koja dolazi iz Atlantskoga oceana, teče takodjer prema oceanu sredozemska podmorska protustruja pod lagljom vodom na površju. Ta podmorska struja, koja prolazi preko Gibraltarskoga praga, da se zatim u otvorenom oceanu izgubi, po rezultatih analize jest u istinu težka, gotovo zasićena solju voda. Tako se dakle preko malo ne 1000 m. duboke Gibraltarske ceste, koja razstavlja dva kopna a spaja dva mora, neprestano izmjenjuje voda. Atlantski ocean donosi Sredozemskomu moru vodu, koja mu manjka, a Sredozemsko more opet vraća oceanu sol, koje previše ima.

Takav suglasni sporazumak prirodnih sila opaža se još jasnije na ulazu u Crveno more. Taj dugoljasti morski zaljev, koji mjeri

od ceste Bab-el-Mandebske do Sueza 2300 km., prima iz atmosfere i od svojih pritoka neobično malo vode. U to more, koje se stere med Egipatskimi i Arapskimi pustinjami, pada riedko kiša, a uza to mu ne pritječe nijedna spomena vriedna rieka. Crveno je dakle more ogromna kotlina, koja se neprestano izhlapljuje i to sve u većoj mjeri, jer ga sunčani traci, budući nebo riedko oblačno, neprekinuto ugrijavaju. Drži se obično, da svaki dan 20 mm. ili na godinu sloj vode visok 7 metara prelazi u hlapove. Kad bi dakle taj morski zaljev bio posve zatvoren, izhlapila bi sva voda za 60 godina posve do dna, jer nije poprieko dublja od 400 met. Zbog svoga višega lica pošilja Indijski ocean cestom Bab-el-Mandebskom svoje vode Arapskomu moru, pak se ta površna i unutrašnja struja to jače opaža, pošto tamo svake godine 8 mjeseci duvaju vjetrovi od sjevera prema jugu, dakle upravo smjerom osovine Crvenoga mora, nastojeći ga posve izprazniti, dakako na koliko se tomu ne protive zakoni teže. Struji li medjutim ma kako brzo more iz Indijskoga oceana, ipak se jedan dio vode izhlapi, ter umanjena masa vode ima to više soli, što dopire dalje na sjever. Analizami je dokazano, da je more od Adena prema Suezu sve više slano: tamo ima 39 pro mille (t. j. 39 česti soli na 1000 česti vode) a ovdje 41 pače i 43 pro mille česti soli. Maury pripovieda, kako je Dr. Buist u Bombaju proračunao, da bi se Crveno more, kad ne bi vraćalo oceanu soli, koja se u njem izhlapljivanjem vode sve više nakuplja, pretvorilo za 3000 godina a možda i za 1500 ili 2000 godina u ogromnu masu soli. Crveno more medjutim obstoji već mnogo tisuća ljeta, pa ipak nije njegova voda, makar da je mnogo slanija nego li voda ostalih mora, posve solju zasićena. Odatle bez sumnje sliedi, da se podmorskom strujom veoma slana voda izljeva Bab-el-Mandebskom cestom u Indijski ocean, dakle suprotnim smjerom, nego li ide glavna struja na površju, od koje Arapski zaljev živi. Upravo kao što u kućah na svakih vratih, kad ih otvorimo, opažamo dvie protivne zračne struje, topliji naime i laglji zrak ozgora a hladniji i teži ozdola, isto tako protječu svaku morsku uzinu dvie struje različne po temperaturi i po sadržaju soli.

Svi pojavi, koji se tako očevidno pokazuju na ulazu u Crveno, Sredozemsko i Iztočno more, ponavljaju se svuda u dalekih morskih kotlinah, čim se poremeti ravnovjesje bud lica morskoga, bud temperature, bud solne sadržine. Tako Atlantski ocean, premda ima više oborine i pritoka nego li Južno more, ne ima ipak više površje, a Tihi ocean ne ima opet slanije vode, nego li ostali oceani. Svuda na zemlji nastoje mora, ma da i oplakuju primorja raznoga

oblika i raznih geoložkih sastavina, da im se voda s obzirom na visinu, obilje soli, u obće u svakom pogledu izravna. Struje su sile, koje to izvode. Budući da su one medjutim jako promjenljive, ter ovisne o godišnjih doba, vjetrovih i razvitku obala, pače teku dielomice pod morem, veoma je težko tačno ih opažati. To je razlog, što ne ima gotovo ni jedne struje, ne izuzev niti zatonske, kojoj bi mogli posve sigurno smjer, razvitak i sve što, je s tim u savezu, opredieliti. Dakako u naše doba množe se opažanja po svih morih, te tačna iztraživanja i mjerenja zamjenjuju njekadašnja nesigurna nagadjanja i površna sračunjivanja. Svaka nova pomorska ekspedicija obogaćuje u velike znanost, ter sve više razjašnjuje zamršena kolanja voda u neizmjernom labirintu oceanskom.

XVI.

Plima i osjeka.

Što su morska doba (plima i osjeka); razlika med njimi i med strujami. — Upoznavanje morskih doba od najstarijih vremena. — Suglasje morskih doba sa kretanjem mjeseca. — Laplace-ova teorija. — Trbuljina. — Plimica. — Whewellova teorija ne vriedi. — Lučko vrieme. — „Cotidal lines“. — Zaton sv. Mihalja. — Plima i osjeka u Sredozemskom moru po najnovijih opažanjih. — Euripsko tiesno. — Scila i Karibda. — Morska doba u ostalih zatvorenih Evropskih morih. — Ušća rieka, gdje je slaba i jaka plima. — Neizmjernost sila, koje uzročuju morska doba; kako bi se dale te sile upotrebiti na korist čovječanstva. — Plima zadržaje kretanje zemlje. — Po morskih se doba dade zaključiti tvrdoća zemlje.

1.

U moru se opaža još jedno pravilno gibanje, koje sastoji u tom, da se morska površina njekoliko sati diže i raste, a poslije opet njekoliko sati pada. Ovo se gibanje mora zove plima i osjeka, ili jednim imenom morska doba. Dok struje nose morsku vodu od jednoga do drugoga pola te ruju oceanske dubljine, morska doba mienjaju samo površje morsko dižući ga i spuštajući. Na svih obalah diže se za plime morska voda a za osjeke pada, pak su nizke obale sad poplavljene, a sad opet suhe mienjajući neprestano svoj oblik: za čas su ocean, za čas opet kopno. Dvaput su na dan takova primorja morem poplavljena: na kopnu se načine duboke drage, ladjice jedre po putanjah, po kojih se malo prije hodalo i šetalo. Dva puta na dan diže se more, potiskujuć natrag vodu, koju mu donose vode s kopna; ono pretvara potoke u velike rieke, a zamuljene kotline u prostrane unutrašnje luke, ter nosi velike brodove preko sakritih greda i klisura. Nakon šest sati sve se promienilo. Barčice su na suhu ili su se u mulju smjestile, na ušću rieka vide se otoci nastali naplavinami, prostrane prije drage zasute su pieskom. Tako se neprestano mienja oblik obala: sad nastaju sad opet izčezavaju drage, luke, klisure, prudovi itd. Takovo znamenito i redovito gibanje

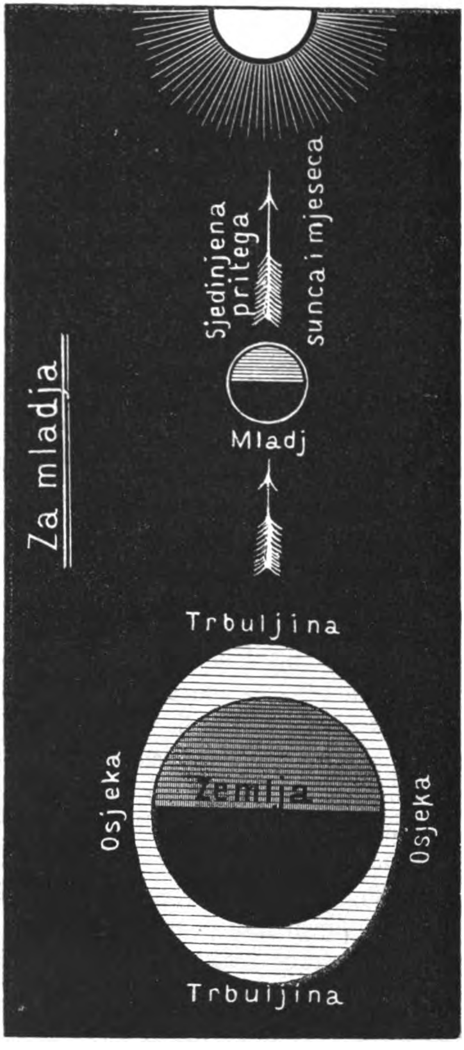
u primorjih mora da nastaje od velikoga gibanja na otvorenom moru, koje se odanle na sve strane sve do obala razgranjuje. Morska su doba bez sumnje mnogo utjecala na trgovinu i naobraženost naroda; ona su imenito mnogo priniela k veličini i slavi Englezke.

Već su stari narodi opažali morska doba, te je polag njekih već Piteas Marsiljski rekao, da more s mjesecem raste i pada. To nije dakako posve istinito, ali je svakako zanimljivo, da je već stari Grčki putopisac uvidjao, ili bar naslućivao savez izmed morskih doba i mjeseca. Feničani, „Englezi staroga svieta", sigurno su poznavali taj pojav. Oni su naime malo ne cielu Evropsku obalu oplovili, da dodju do Rižkoga zaljeva u Baltskom moru, te su se morali na svojih tegotnih plovitbah često boriti sa plimom i osjekom. Nu izkustvom Feničana nije se nijedan narod okoristio. Snivajuć samo o probitcih svoje trgovine tajio je taj poduzetni narod sva svoja izkustva pred ostalimi narodi. S toga vidimo, kako su se još u doba Aleksandra Velikoga uzrujali njegovi mornari, kad je brodovlje, koje se za plime usidrilo na Indovu ušću, ostalo za osjeke na suhu.

Ipak su se već dosta rano mornari i ribari promatrajući nebeski svod, da upoznadu doba, smjer svoga puta i pravac vjetrova, uvjerili, da svaka druga plima nastaje tačno onda, kad mjesec prelazi stanoviti meridijan na nebeskom svodu, dakle kad počinje novi mjesečni dan. Nadalje su opažali, kako se prema različitom obliku mjeseca od prvoga četvrta pak do punoga mjeseca mienjaju ujedno i morska doba s početka rastući a prema koncu mjesečeva mjeseca padajući. Napokon im je i prividno kretanje sunca naviештalo jakost plime, jer je za proljetnoga i jesenskoga istonoćja plima obično vrlo žestoka. Suglasje spomenutih pojava na moru sa kretanjem mjeseca i prividnim kretanjem sunca tako je očevidno, da su ga na početku srednjega vieka i barbarski primorci uočili, te stvorili o tom u svojih pjesmah simboličku teoriju. Skandinavske priče „Sagas" zvane prikazuju „Tora", boga zračnih sila, kako na rog, zaronjen u morske dubljine, upija vodu i svojim silnim disanjem diže i spušta more. A što bi moglo to čudnovato maštovanje drugo značiti, već da pravilno disanje i padanje morskoga površja ovisi o istih svemirskih silah, o kojih i čitava zemlja.

Od Skandinavske simbolike vrlo je daleko do znanstvene teorije o morskih doba, koja je nastala iztraživanjem i oštroumnošću Newtona i Laplace-a. Ta kad je Plinije uztvrdio, da nastaje plima i osjeka zajedničkim djelovanjem mjeseca i sunca, izrekao je samo ono, što su već svi primorci znali; ali kako i zašto to biva, o

tom nije znao ništa. U srednjem se vieku nije nimalo unapriedilo upoznavanje morskih doba. Istom u novom vieku mogao se je protumačiti čudnovati pojav, što more redovito raste i pada i to iztra-



Sl. 35. Jaka plima za mladja.

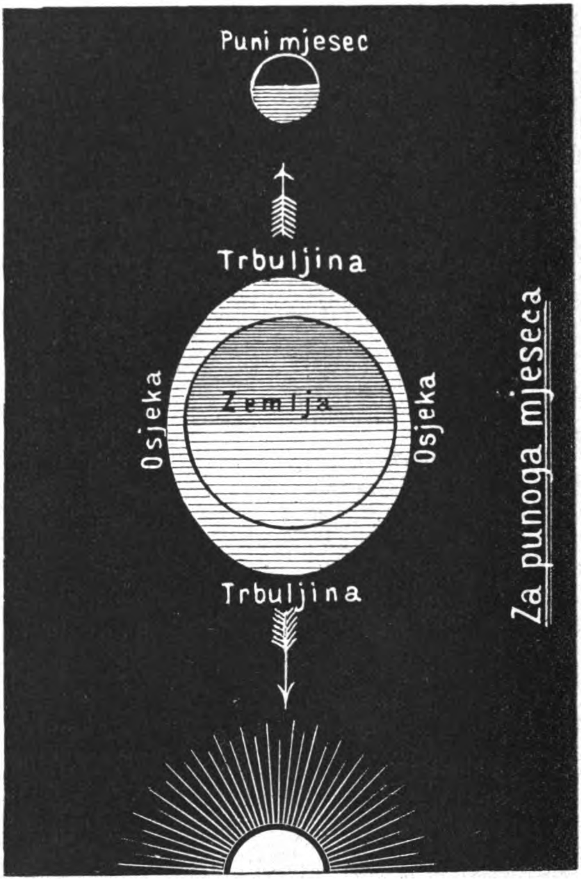
živanjem zvjezdara o kretanju nebeskih tjelesa te znamenitimi pomagali, koja nam matematika podaje. Galilej i Kepler počeše prvi proučavati uzroke morskih doba. Suvišno bi bilo navoditi sve

njihove pokuse, jedino ćemo spomenuti, kako je pače i oštroumni Kepler sumnjao, da bi se strojstveno (mekanički) dala protumačiti morska doba. On je posve ozbiljno tvrdio, da je zemlja razumna orijaška životinja, koja svojim disanjem, spavanjem i budjenjem oda sna radja plimu i osjeku. Fournier je pak tvrdio, da osjeka i plima posve nalièi na groznicu u čovječjem tielu. Kasnije su Descartes i Newton tumačili prvi poslije Keplera taj pojav, onaj tlakom a ovaj pritegom, kojom privlače mjesec i sunce morske vode. Zatim su teoriju Newtonovu Bernouilli, Euler, imenito pak Laplace dalje razvili i znatno izpravili, dočim su ju Whewell, Airy, Ferrel, Lentz, Smick i drugi prispodabljali sa opažanji na oceanskâ obalah. Uz tu teoriju pristaju dan danas gotovo svi, premda joj i sada više toga prigovaraju, jer ima još mnogo pojava na više mjestâ, koji se njom ne dadu protumačiti. Da se naime razjasne sve osebujnosti plime i osjeke, nije dostatno poznavanje zakona teže i tačno sračunjivanje o položaju i kretanju nebeskih tjelesa, već treba dobro razumjeti zakone o gibljivosti kapljevina i što je s tim u savezu, ter uporaviti najzapletenije formule više matematike, a napokon treba dobro poznati razvitak obala i dubljinu morâ.

Laplace-ova teorija o morskih doba u glavnom je posve jednostavna. Zemlja ne lebdi sama u prostoru; nju privlače susjedna nebeska tjelesa i upravo poradi toga se kreće praćena svojim drugarom mjesecem oko sunca. Pomislimo, da je sva zemlja obljevena morem i da ju jedini mjesec privlači. Bez sumnje će mjesec površje zemlje, jer mu je bliže, više privlačiti nego li središte zemaljsko. S toga će zbog velike gibljivosti vodenih čestí nabujati prema mjesecu površje zemlje, dok se ne uzpostavi ravnovjesje med pritegom i težom. Najpače će nabujati voda pod onom crtom, koja spaja središte zemlje sa središtem mjeseca. Na drugoj strani zemaljskoga površja mora da po obćenitoj teoriji morska voda upravo tako nabuja, nu iz posve protivnoga razloga. Pošto je naime vodena masa na onoj strani zemlje udaljenija od mjeseca, nego li središte zemlje, to će ju mjesec i manje privlačiti; s toga će ona nješto zaostati t. j. na onu stranu nabujati i to najviše pod onom crtom, koja spaja središta obiju nebeskih tjelesa. Sva vodena masa oko zemlje primit će po tom oblik ellipsoida, kojemu je velika os nagnuta prema mjesecu. Odatle sliedi, da ne ima na polovih morskih doba ili da su posve neznatne, jer je mjesec za svoga okretaja doduše južnije i sjevernije polutniku (do 28°), ali se ipak drži samo u zenitu tropskih ili subtropskih priedjela. Razumieva se, da ako je sa dva suprotna kraja zemlje nastala plima, da će biti

osjeka u onih priedjelih, koji leže po sriedi. Tako su uviek po čitavoj zemlji dvie plime i dvie osjeke.

Da se zemlja ne vrti, sliedile bi obje nasuprotne plime polagano tiek mjeseca. Budući pak da se zemlja okreće oko svoje osi, vrti se plima najvećom brzinom oko zemlje i to tako, da se plima najjače pritege nalazi na onoj strani zemlje, koju razsvjetljuju mjesečevi traci,



Sl. 36. Jaka plima za punoga mjeseca.

a plima najudaljenije pritege nasuprot na onoj strani zemlje, koja je odkrenuta od mjeseca. Tiekom jednoga mjesečeva dana, dakle za 24 sata i 50 min., za koje je vrieme zemlja okrenula sve dielove svoga površja prema mjesecu, morala je svaka obiju plima obići zemlju t. j. opisati podpun krug oko zemlje, te je med jednom i

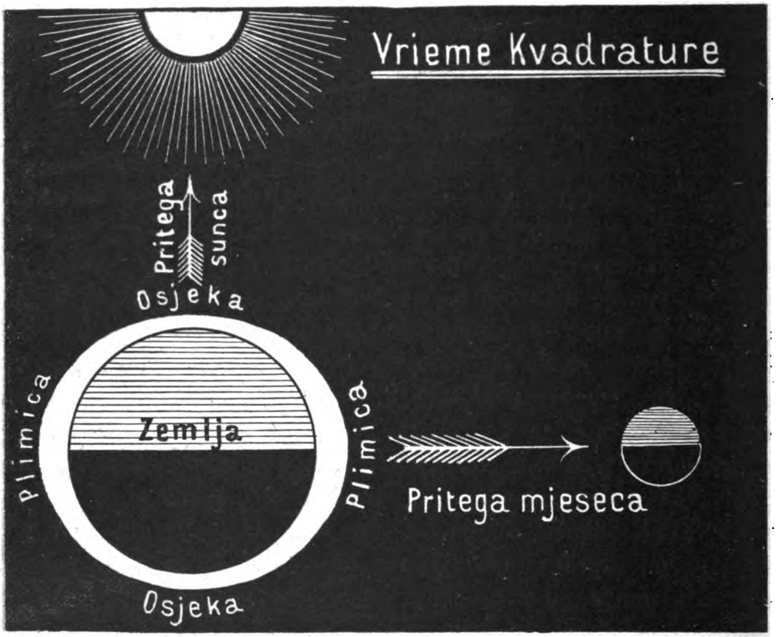
drugom plimom prošlo 12 sati 25 minuta. U obće i biva tako, pak raznolike nepravilnosti s obzirom na početak i kulminaciju plime ovise o mnogovrstnih zaprekah, koje nastaju od nejednakosti morskoga dna, zatim zbog grebena, obala, oceanskih struja, vjetrova itd.

Medjutim nije mjesec jedino nebesko tielo, koje utječe na morska doba. Sunce, koje svojom privlačivom silom zemlju i mjesec na dalekom putu u neizmjernih svemirskih prostorijah tako rekuć vodi, dosta je blizu zemlji, te može takodjer privlačiti vodenu masu na zemaljskom površju. Pritega je pače sunca 176 puta veća, nego li sva privlačivost mjesečeva; ona bi mogla dići more do velike visine, da nije pravilno nabujanje vodâ posljedica razlike, koja obstoji med pritegom, što djeluje na središte zemaljsko i onom pritegom, koja privlači razne tačke zemaljskoga površja okrenute k suncu i odkrenute od njega. Budući da je mjesec udaljen od zemlje po prilici za 60 zemaljskih polumjera, njegova je privlačivost na onu stranu oceanskih voda, koja je k njemu okrenuta, mnogo veća, nego li na onu drugu stranu, koja je za mnogo klm. udaljenija; nasuprot pak 386·7 puta udaljenije sunce, makar mu je tjelesnina $26^1/_2$ milijun puta veća od mjesečeve, djeluje više jednako na sve tačke zemaljskoga površja. Tačnim računom pronašlo se, da privlačiva snaga sunca iznosi tek nješto preko jedne trećine privlačivosti mjesečeve. Pritega sunca odnosi se prema pritezi mjeseca kao 4 : 9, ili drugimi riečmi: sunce diže po teoriji morsko površje za 0·16 met., dok ga mjesec diže za 0·37 met.

Na oceanskom površju dižu se dakle dvie plime, sunčeva i mjesečeva. Obje obtječu zemlju i to jedna za 24 s. 50 m. a druga za 24 sata; nu uzprkos raznolikoga izvora ne ciepaju se one na svom putu oko zemlje, već se zbog velike gibljivosti vodenih čestí tako stapaju u jedno, da se jedino računom može pronaći, na koliko ih privlači jedno, a na koliko drugo nebesko tielo. Sdružene idu smjerom od iztoka na zapad, dakle posve protivno, nego li se zemlja kreće. Na drugom ćemo mjestu spomenuti, kako su upravo po tom njeki stali tumačiti, da morska doba prieče napredujuće gibanje zemlje i uzrokuju ono zaostajanje zemlje, koje je već matematički posve dokazano od Mayera, Tyndalla, Joulea, Adamsa, Delaunaya i dr.

Kad je mjesec mladj, te je sa suncem gotovo u istom pravcu kao i zemlja, sdružuje se privlačivost obiju nebeskih tjelesa; s toga se obje plime, sunčeva i mjesečeva, kao što nam pokazuje sl. 35., u isto vrieme na istoj tački jedna nad drugom naslažu, pak nastaje tako zvana trbuljina, za koje more jako nabuja. Za uštapa (izporedi

sl. 36.), kad su u opoziciji sunce i mjesec, nastaje takodjer jaka plima ili trbuljina, jer pritegom suprotnih nebeskih tjelesa biva na protivnih tačkah zemlje dvostruka plima. Za ostalih mjesečnih miena ne može se razviti trbuljina. Za kvadratura djeluju obje pritege, jedna proti drugoj, te plima, koja nije u tom slučaju ništa drugo već cielom sunčanom pritegom smanjena mjesečeva plima, mnogo je manja, nego za ostalih mjesečevih miena. Takova plima zove se plimica, a



Sl. 37. Plimica.

predocuje nam ju sl. 37. Da je pritega obiju nebeskih tjelesa jednaka, posve bi se izravnale, površje morsko ne bi se nimalo promienilo.

Periode morskih doba slažu se po tom posve sa periodami nebeskih tjelesa. Poludnevna perioda sa 12 s. i $12^1/_2$ minuta odgovara vremenu, za koje priedje mjesec preko oba nasuprotna meridijana. Dnevna perioda, za koje se more dva puta digne i spadne, ravna je vremenu, za koje prividno obidje mjesec zemlju. Isto je tako sa polumjesečnimi i mjesečnimi periodami. Trbuljine se ponavljaju svaka dva tjedna, za mladja i uštapa, a mjesečna se perioda slaže sa svršetkom mjesečnih miena. Nu morska doba imadu

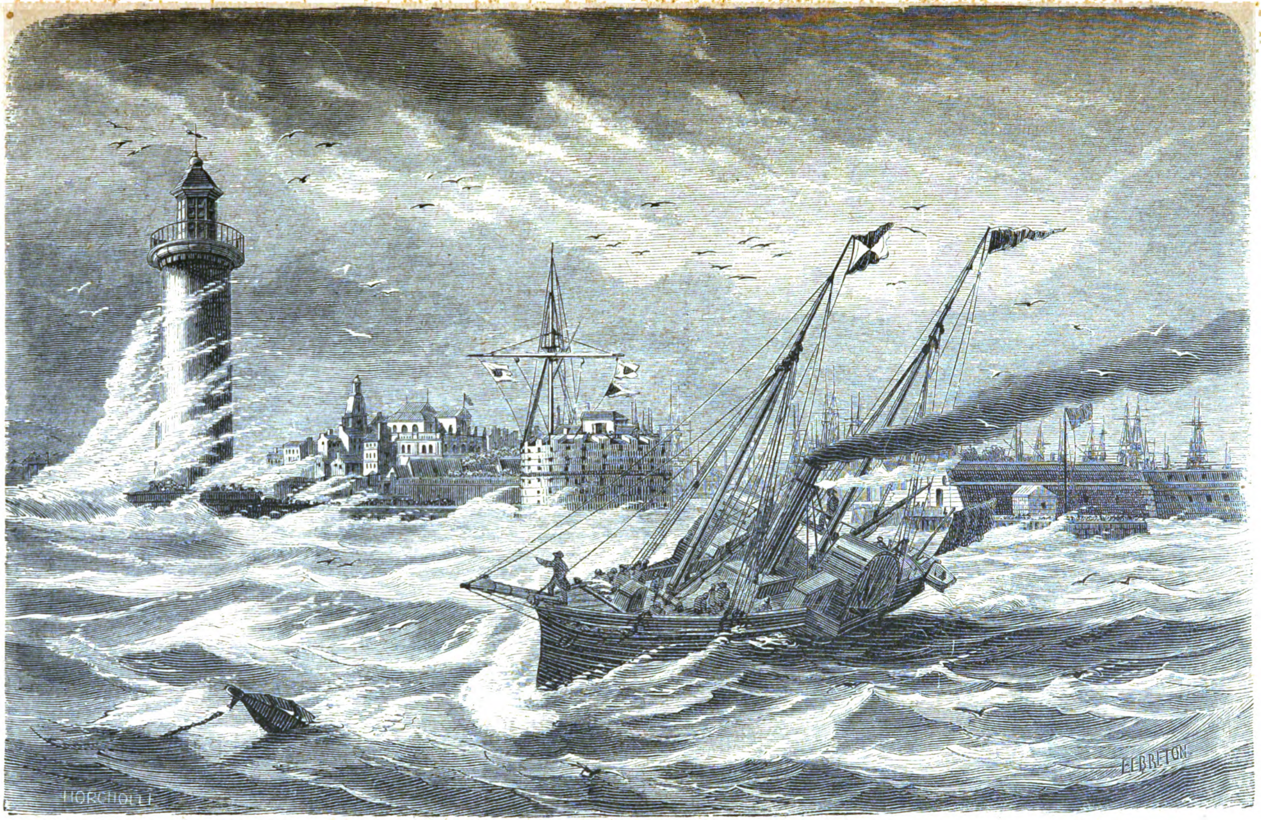
i svoje polugodišnje periode. Kad je naime sunce za ekvinokcija ili jednači dana i noći upravo nad zemaljskim polutnikom, te s toga jače priteže vodenu masu, mnogo je veća plima nego obično, kao što nam svjedoči sl. 38. Napokon je godišnja perioda morskih doba, kad je zemlja suncu najbliža, te ju ono jače privlači; to je zimi za sjevernu polutku, pak je onda u istinu plima mnogo jača na naših obalah.

Tako su dakle morska doba uzko skopčana sa kretanjem nebeskih tjelesa i o svakoj promjeni njihova položaja ovisi promjena morskoga površja. Astronomi (zvjezdari), koji unapried znadu put naše zemlje i mjeseca u svemirskih prostorijah, mogu unapried izračunati kolebanja morskih doba i ujedno označiti njihove krivulje za buduća stoljeća. Te krivulje postoje samo u teoriji, jer ako i idu morska doba po svom izvoru u astronomsko područje, to su ujedno ipak i zemaljski pojavi. Kao takovi pak podpadaju stanovitim iznimkam poput vjetrova, struja i ostalih pojava zemaljskoga života.

Englezki fizik Whewell, koji se mnogo godina bavio opažanjem i izpitivanjem plime i osjeke, prvi je neizmjernu vodenu masu, koja pokriva gotovo sve površje južne zemaljske polutke nazvao „kolievkom morskih doba“. Po Whewelovoj teoriji nastaje u toj ogromnoj kotlini, prema kojoj su svi ostali oceani i mora ogranci, sjedinjenom pritegom mjeseca i sunca jaka plima, koja se diže i širi od obale do obale, sve do obala Grönlandskih i Skandinavskih.

Ta je teorija vriedila dugo vremena kao neoboriva istina. Pa ipak mora da je u istinu razvitak morskih doba nješto drugačiji. Čini se naime, da plima u svakoj pojedinoj oceanskoj kotlini polazi sa središta te se glavnim smjerom obala dalje širi. Odatle pak sliedi, da je svaki veći dio oceana, koji se može smatrati posebnim morem, i ujedno kolievkom plime, koja dolazi do susjednih obala. Za to govori i to, što su pojedini oceani med sobom razstavljeni prostori, u kojih se jedva opaža pravilna plima i osjeka.

Ipak su u svakoj pojedinoj kotlini oceanskoj morska doba gotovo onakova, kao što ih je Whewell opisao. Tako dolazi plima bez sumnje k obalam Francuzkim i Britanskom otočju s otvorenoga mora; ona se zatim na svom putu duž obala zakasni, te zaostaje za onim prvobitnim bujanjem, koje je nastalo pritegom mjeseca i sunca. Čim zadje u plitča mora, koja okružuju Irsku i Veliku Britaniju, pomiče se sve polaganije. Pošto je oplakala glavinu Clear i predbrežje Landsend, razgranjuje se oko velikih otoka, te treba još 19 sati, da prispije blizu Pas de Calais, gdje se sastaje sa 12 sati mladjom plimom, koja je kraćim putem preko kanala La Mancha tamo pri-



Sl. 38. Jaka plima (za ekvinokcija ili jednači dana i noći) u Havru.

spjela. A s kojih razloga zaostaje plima? Iztraživanja astronoma i fizika kažu, da se brzina plime podudara sa dubljinom oceana. Za jednake pokretajuće sile kreće se kotač to brže, što ima veći promjer, a isto se tako pospješuje ili zakašnjuje gibanje plime prema dubljini vodene mase, koju ima provaliti. Na onih mjestih, gdje je ocean 8000 klm. dubok, razširi se plima za jednu uru 850 klmet. daleko; gdje je more duboko samo 100 m., razširi se plima samo za 96 km. u jednoj uri; gdje pak broji dubljina mora samo 10 m., tako je lagana plima, da provali za jednu uru jedva 25 km., ili za jednu minutu 416 met.

Zbog toga što plima zaostaje, lukovanje je ili lučko vrieme t. j. ono vrieme, što mine med prielazom mjesečevim preko meridijana i med nastupom plime, često vrlo različno i za vrlo blize luke. Dok kod Gibraltara oba pojava astronomijski i pomorski istodobno nastaju, te je lučko doba ravno ništici, iznosi u luci Kadižkoj 1 sat 15 m. a u Lizabonu 4 sata. Kod Bayone i kod Lorienta iznosi lučko vrieme 3 s. 30. m.; na ušću Gironde i kod Cherbourga 7 s. 40 m., kod Havra 9 s. 15 m., kod Dünkirchena 11 s. 45 m., kod Londona 2 s. 45 m., kod Hamburga 5 s. 6 m. a kod Helgolanda 11 sati. Po tom se mienja lučko vrieme svuda na obalah prema brzini, kojom se širi plima otvorenimi mori, zaljevi i dragami.

Crte spajajuće sve tačke oceana, koje imaju u isto vrieme plimu, nazvao je Whewell „cotidal lines", Berghaus „isorachije", a Peschel i Krümmel „homoplerote". Te su crte imenito na Britanskih otocih tačno bilježene. Njemački su učenjaci pokušali na zemljovidih, kako im se svidjelo, izpuniti ove praznine „homoplerota", koje je izostavio Whewell bud poradi manjkavih, bud poradi nesuglasnih opažanja. Na tih je zemljovidih mogao svatko motriti maštovanja njemačkih učenjaka, koji su izveli crte istodobnih plima po svih oceanih. Da su „homoplerote" za sve oceane puste tlapnje, priznao je već g. 1848. sam Whewell, kad je izrekao, „da ne vriedi upravo ništa po opažanjih na obalah izvadjati „isorachije" za oceane." Na otvorenu moru ne može nitko promatrati plimu i njezinu veličinu izmjeriti. Toliko znademo, da ima tamo morskih doba, ali mi ih samo motrimo po tom, kako do obala dolaze i prodiru u rieke Po opažanjih Whewella, Airya, Lubbocka i dr. možemo plimu i osjeku tačno pratiti čitavom obalom Britanskih otoka. Na tih „homoplerotah" se jasno vidi, kako se plima brže širi, gdje je dublje more, dok se oteže i zaostaje približujući se obalam, gdje je more plitko. Brzina je dakle plime sa dubljinom mora u upravnom razmjerju;

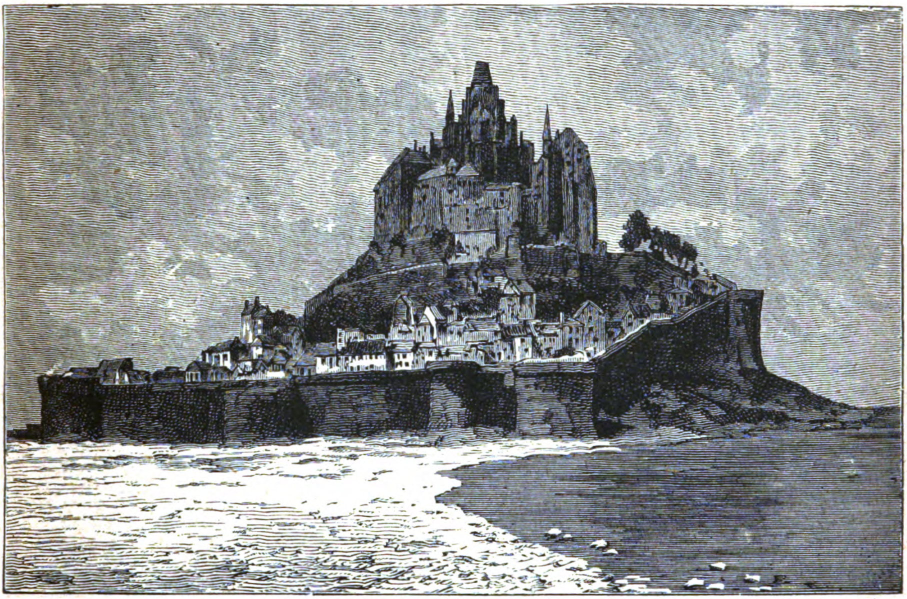
nasuprot je pak visina plime sa dubljinom mora, ako su ine prilike jednake, u obratnom razmjerju. Što je dakle dublje more, to ima manju plimu. Opažanji se pronašlo, da je kod otoka sv. Helene plima visoka samo $^1/_2$ metra, a isto tako nije jača u velikom oceanu barem onuda, gdje ne ima mnogo otoka. U Atlantskom oceanu raste plima do 50° sjev. šir. a zatim opet pada. Na Portugalskoj je obali plima visoka do 4 metra, na zapadnofrancuzkoj obali 5—6 m. a na Irskoj i Škotskoj obali 6 metara. Gdje se plima uzpne, podižu se njezini valovi mnogo više, tako na pr. kod St. Malo-a na Francuzkoj obali do 15 met.

Na zapadnoevropskoj obali imenito u zatonu sv. Mihalja u Francuzkoj na glasu je veličanstveni prizor za plime i osjeke. Posred toga zatona diže se, kao što nam sl. 39. svjedoči. ogromna, crna pećina od granita, na kojoj je opatija, samostan, tvrdja i tamnica. Sa svojimi strmimi stienami, koje su po riečih Micheletovih naslagali titani od pećine na pećinu, od stoljeća na stoljeće, ujedno dakako od tamnice na tamnicu, razlikuje se ona neobično od okolišne prostrane pješčane plohe. Za osjeke izgleda oko 250 □ klm. velika ravnica kao kakva pepelom posuta poljana; kad medjutim plima, brža „nego li konj u najvećem skoku“, pjeneći se struji preko neznatno položite ravnice, napuni se za kratko vrieme čitav zaton kalnom vodom, koja prodire daleko u ušća rieka do pobrežja Avranškoga i Pontorsonskoga. Za osjeke pada voda isto tako naglo, kao što je prije rasla. Do 10 km. široka obala malo prije poplavljena vodom, sada je posve suha i pusta, samo ju protječu potoci podzemnimi deltami tvoreći muljne glibove opasne putnikom. Računa se, da za trbuljine prodire u zaton preko 1345 milijuna kub. metara vode. Pa da se čudimo, što je tolika masa vode tjerana olujami probila nasipe, koji su prema sjeveru branili pećinu Tombelin i Sv. Mihalj, i ujedno pretvorila u neplodne pješčare krasne poljane i bujne šume, koje su se njekoć širile na podnožju poluotoka Kotentina.

2.

Mjesec i sunce privlače zatvorena mora i jezera upravo tako kao i oceane, jedino što u posve malenih kotlinah ne ima dovoljno prostora, da se visoka plima razvije. Mičigansko jezero (preko 60.000 □ klm.) u sjevernoj Americi jest najmanja kotlina, u kojoj se dosada pravilna izmjena morskih doba dokazala; po opažanjih poručnika Grahama iznosi 75 mm. Moramo ipak dodati, da se i na manjih jezerskih kotlinah mienja svakih 12 sati visina površja.

U prostranom Sredozemskom moru slabo se opaža plima i osjeka osim velikoga zaljeva obiju Sirta, med Tunisom i starom Kirenaikom, gdje su redovita morska doba kao u velikom oceanu, te za plime naraste more 2—3 metra. Ta dosta znatna visina plime na obalah Cirte potječe sigurno odatle, što je Sredozemsko more u južnom svom dielu suvisla kotlina kraj slabo razvitih obala, dok se na sjevernoj Evropskoj obali razgranjuje i ciepa na mnoga manja posebna mora, kao što su Tirhensko, Jadransko, Jonsko i Egejsko more. K tomu na Afričkoj obali pravilni vjetrovi ne smetaju razvitak morskih doba,



Sl. 39. Zaljev sv. Mihalja na sjevero-zapadu Francuzke.

kao što na Evropskoj obali, koja već ide u pojas promjenljivih vjetrova. Tačnijim opažanjem dokazalo se medjutim, da ima i u sjevernom dielu Sredozemskoga mora morskih doba. Malagi na iztoku, kamo još dopire Atlantska plima, ne mienja se mnogo morsko površje. Na Talijanskoj obali medjutim opaža se već nejednakost morskoga površja. Kod Livorna naraste plima do 30 cm. visine; kod Mletaka iznosi razlika u visini med osjekom i plimom za uštapa i mladja 60—90 cm., dok na ušću Pada ne dostigne te visine niti trbuljina! Na obali Zante u Jonskom moru visoka je plima samo 15 m.

a kod Krfa napokon jedva 30 mm. U iztočnom dielu Sredozemske kotline takodjer su slaba morska doba, akoprem je i tamo poznato primorcem, da nije morsko površje uviek jednako. Kalif Omar je bez sumnje govorio o plimi, kad je izrekao, da je more više nego kopno, i da dan i noć moli boga za oproštenje, što poplavljuje poljane.

U novije doba su tačno opažana morska doba i ovako zabilježena u Sredozemskom moru na pojedinih postajah:

	Krf	Lošinj	Zadar	Rieka	Pulj	Trst	
Lučko vrieme	4 s. 10 m.	4 s. 33 m.	7 s. 46 m.	8 s. 41 m.	8 s. 54 m.	9 s. 29 m.	
Trbuljina	9·5	26·9	20·2	34·2	—	85·3	Cm.
Plimica	2·8	6·6	6·6	8·5	—	22·8	„
Popriečna plima	7·6	19·6	14·5	25·6	28·1	62·5	„

Sredozemsko more ne ima medjutim samo svoja morska doba kao ocean, već takodjer i svoje posebne struje i virove, koji ako i niesu tako strašni kao Masköe-vrtlog na južnom kraju Loffodskih otoka, niti kao Ras-Blanchard u tiesnu med glavinom de la Hogue i Englezkim otokom Aurignyem (ili Aldeneyem), ali su ipak daleko na glasu, jer ih obasjava sjaj klasičke drevnosti. Tako su od vajkada opažane u uzini Euripskoj, koja razstavlja otok Negroponte od kopna Grčkoga, posve neobične struje, koje su kraj sve svoje nepravilnosti donjekle ipak redovite. Prvih osam dana za mjesečnoga mjeseca izmjenjuje se plima s osjekom posve pravilno; od 9.—13. dana tako se brzo izmjenjuju morska doba, da je u 24 sata nabrojeno već 12 do 14 plima i osjeka; od 14.—20. dana opet su redovita doba a od 21.—26. dana izmjenjuju se u jednom danu naglo po 12 puta. Klöden pripovieda, da su to nebrojeno puta opažali mlinari na svojih mlinovih smještenih na ladjah pokraj ogromnoga mosta, koji vodi preko te uzine spajajući otok sa kopnom. Mlinski kotači kreću se sad na ovu sad opet na onu stranu, prema tomu, kakova struja ide uzinom. Ross je opažao, da se u spomenutom tiesnu struja pet puta na dan mienja, pak da to potvrdi, navodi originalno tumačenje njekoga turskoga derviša, po kojem je Allah zato stvorio tu struju, da svojim vjernim označi 5 doba dnevne molitve. Noviji putopisci zbog svojih kratkih opažanja vrlo raznoliko izvješćuju o strujah u Euripskom tiesnu. Svakako se može uztvrditi, da niesu još morska doba u tom tiesnu dovoljno izpitana i razjašnjena, pak ako se zbilja tako čudnovato izmjenjuju, kao što tamošnji žitelji pripoviedaju, to se dade donjekle pojmiti priča, polag koje se Aristotel, pošto se

zahman mučio, da protumači te struje, u očajnosti sunovratio u virove izrekav: „Kad ja tebe razumjeti niesam mogao, razumi ti mene!“

Mnogo znamenitiji nego li Euripski vrtlog bijahu virovi Scile i Karibde, kojim je lukavi Odisej prvi prkosio. Sl. 40. prikazuje nam pogled na Scilu, a u 12. pjevanju Homerove Odiseje opisuje Kirka ovako to toli strahotno starim tiesno:

Ondje su strmene hridi i na njih narupljuje strašno
Valovlje . . . .
Tuda nikakva ptica ne prolazi, a niti sami
Golubovi plahi . . . .
Hridima tima nije utèkla nikakva ladja,
Nego podjedno daske ladjene i ljudska tjelesa
Nose valovi morski i pogubna ognjena sila.

Nadalje spominje pjesnik pećine a usred pećina mračnu špilju, pak nastavlja:

Tudijer stanuje Skylla, iznutra grozovito laje,
Njezin je glas ko šteneta, koje se istom izlèglo;
Sama je ona hudoba gorostasna; nitko se ne bi
Vidjevši nju poveselio, bog da sastane sam ju.
Dvanaest ona nogu imade, à sve su gadne
I šest predugačkih ima vratóvâ, a na svakom vratu
Strašna je glava, u glavi pak svakoj po tri su reda
Čvrstih i gustih zubi, a iz njih crna smrt reži.

Nižu pećinu opisuje pjesnik ovako:

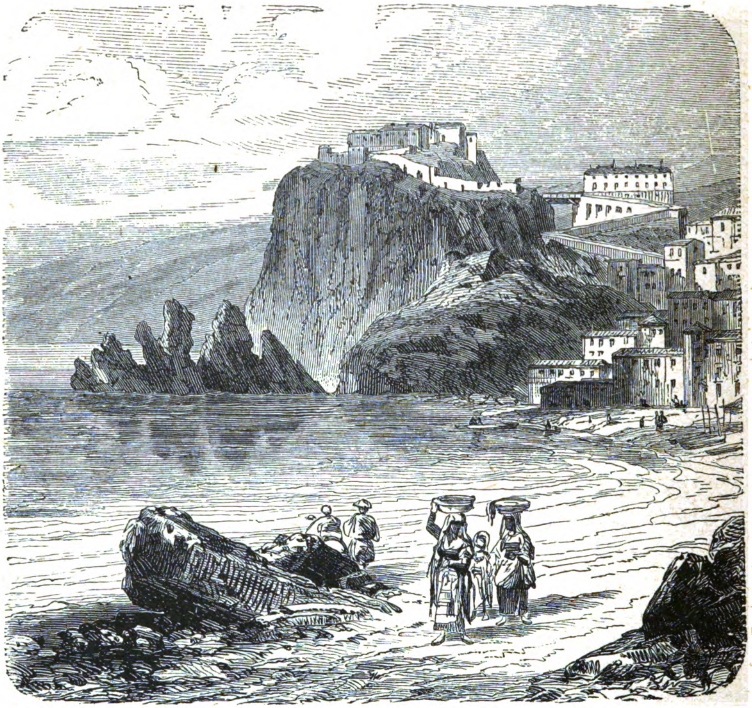
Na njoj je velika smokva, a iz nje lišće bilista,
Pod smokvom crnu vodu usrkuje grdna Charybda,
Tri put usrkuje na dan i tri puta baca iz sèbe, —
Prava strahota! Kada usrkuje, tamo da n' jesi!
Jer te ni bog ne bi zemljòtresnî izvuko iz zla.

Put svoj po tom tiesnu opisuje Odisej ovako:

Tada u tjesnac onaj zaplòvismo jaučuć, jer je
Skylla na jednoj strani, a na drugoj bila Charybda
Vodu usrkujuć strašno iz onoga slanoga mora.
Kada bi vodu iz sèbe izbacila kanoti kotô
U vatri silnoj, sva bi uzàvrela hukom te u vis
Pjena bi prsnula na vrh vrhunca hridi obiju;
Kada bi opet vodu usrkala iz mora slanog,
Tad bi unutra sva se uljuljala, okolo pako
Strašno se oraše hrid i odòzdô tamno od p'jeska
Tlo se pomaljalo, ...

Tako je bilo u Homerovo doba a i u kašnja vremena. Dan danas nije u Sredozemskom moru gotovo nijedna morska cesta više polažena nego li Messinska, te odkada se spustila olovnica u tobožnje ponore, ne ima tamo više strahota. Danas se znade, da niesu njeka-

dašnji strahotni virovi Scile i Karibde ništa drugo, nego protustruje, nastajući plimom i osjekom, kada one prolaze nješto preko 3 klmet. uzkim tiesnom, koje su već više puta neprijateljski osvajači na svojih konjih preplivali. Za plime ide struja prema sjeveru od Jonskoga prema Tirhenskomu moru; za osjeke jača je sa sjevera struja potiskujući natrag prema jugu protustruju. Borba med objema strujama neprestano se pomiče med Scilom i Karibdom. Na onom mjestu,



Sl. 40. Pogled na Scilu (Messinsko tiesno).

gdje jedna o drugu udara, nastaju mali virovi tako zvani „garofali“. Mornari ih izbjegavaju od straha pred jakimi udarci, nu pogibeljni niesu ni malo, osim kad vjetar žestoko proti plimi duva. Sa gora kod Mesine ili kod Regija veličanstven je ali ujedno strahotan pogled na tiesno, po kojem bjesne vjetrovi i struje; svaki čas se vide sad ovdje, sad ondje tamnije tačke i pruge raznolika oblika, označujući mjesta, gdje je najjača borba prirodnih sila.

Morska se doba u ostalih zatvorenih Evropskih morih slabo opažaju. U Zuiderskom jezeru iznosi nejednakost morskoga površja poprieko samo 40 cm., te dopire za jednači dana i noći i za žestokih oluja jedva do 1·10 m. Iztočno more, koje je mnogo manje a otoci bogatije, nego Sredozemsko more, ima s toga posve neznatna morska doba; u drevno doba znalo se poradi toga to more „morimarusa“ (mor y marb), što znači u keltskom jeziku mrtvo more. Mornari gotovo niti ne opažaju u Iztočnom moru plime i osjeke; vjetrovi, struje i zračni meteori jesu jedini pojavi, koje je u tom moru vriedno motriti. Već na zapadnoj obali Jütlandije visoka je plima poprieko samo 30 cm.; na ulazu u Kategat još je slabija i nepravilnija, a u Sundu i u oba Belta jedva se opaža. U luci Kopenhagenskoj raste i pada more jedva za njekoliko cm., što se opaža jedino, kad je posve mirno vrieme. Kod Stralsunda razlika je med plimom i osjekom 4 cm., a kod Memela jedva još 1—2 cm. U Iztočnom je moru nasuprot mnogo znatnije gibanje mora, koje nastaje od vjetrova i struja. Kadkada se doduše opažalo, da se diže i pada morsko površje za 1 metar, ali to je sličan pojav kao i „seiches“ na Genevskom jezeru, a nastaje od nagloga tlaka zraka. Na njekih mjestih u Etonskom i Finskom zaljevu podigne kadšto jaki vjetar sam morsko površje za jedan metar.

Ušća rieka u morih s jakom plimom i osjekom n. pr. u Atlantskom oceanu posve su drugačija, nego li ušća rieka u morih, gdje su slaba morska doba kao n. pr. u Iztočnom i Sredozomskom moru. U zatonih riečkih ušća, gdje se more dva puta na dan digne, struji ono preko svih zapreka, greda i prudova, koje su rieke naplavile, dok tamo, gdje je morsko površje uviek jednako ili se neznatno mienja, staloženi mulj i prudovi trajno zatvaraju ulaz moru u rieku, kao medjašni nasipi med slanom i sladkom vodom. Tako utječe Magdalenka i Atrato u Antilsko more, Rhodan, Pad i Nil u Sredozemsko more posve plitkim jedva 1 metar dubokim ušćem, dok Amazonka, Sv. Lovrinac, Gironda, Themsa i mnoge druge rieke u svako vrieme otvaraju put na svojih ušćih i morskim brodovom.

Razlika morskih doba kod riečkih ušća znamenito utječe na trgovinu dotičnih primorskih priedjela. Luke ne mogu u obće nastati na takovih ušćih, gdje ne ima plime, već se mora za luku odabrati mjesto, koje je ponješto udaljeno od prudova i nasipa na ušću. Tako leži n. pr. Marsilja, koja gospoduje svom trgovinom u Rhodanovu području, u zaledju Sredozemskoga zatona daleko od muljnih otoka, med kojimi se rieka izlieva u more. Aleksandrija, najveća luka u Egipatskoj delti, leži na zapadu naplavinam Nila.

Mletci su dosta udaljeni od ušća Pada, a Livorno je samo kanalom u savezu s Arnom; Barcelona ne leži na ušću Ebra, a Kartagena de las Indias i Sv. Marta spojeni su slabo plovnimi kanali s Amazonkom. Malo ima iznimaka od spomenutoga pravila; ipak ćemo spomenuti Gdansko (Danzig) na Visli, Stetin na Odri, Galac na Dunavu itd. — Na morih, koja imadu jaku plimu i osjeku, niesu glavne luke na morskoj obali, već na riekah, pače obično dosta daleko od ušća, naime blizu one tačke, do koje dopire dva puta na dan plima, pretvarajući tako rieku u pravi morski zaton. Takove se tačke mogu doista smatrati pravom medjom med kopnom i morem, s toga su se i razvile tamo najznamenitije trgovačke luke. London, Hamburg, Nantes, Bordeaux, Rouen i drugi veliki trgovački gradovi leže daleko unutra na rieci, upravo ondje, dokle mogu zbog dubljine rieka i plime lako doprieti morske ladje. Mnoge med timi riečkimi lukami niesu dorasle svojoj zadaći u današnje doba, jer danas ladje mnogo dublje rone, nego li u predjašnja vremena. Za to si je London redom primaknuo luke Deptford, Woolwich, Millwall i Gravesend; poradi toga je luku Rouen polagano zamienio grad Havre, kao medjunarodna trgovačka luka; to je razlog, da je Nantes dobio u gradu St. Nazairu suparnika, koji nije do nedavna bio znamenit; možda će jednom s istih razloga napuniti se zaselak Verdon doki, basini i moli, da zamieni današnji trgovački grad Bordeaux.

Kad već govorimo o riečkih ušćih, spomenut ćemo još jedan pojav. Gdje plima utječe u ušća rieka, koje imaju iznad ušća uzko korito, nastaju veličanstveni ali ujedno i najstrašniji pojavi. S užasom gledaju obližnji stanovnici, kako se diže silna vodena stiena, koja hujeć i bučeć strjelovitom brzinom uz rieku prodire uništujući sve, što joj na put stane. Med najveličanstvenije pojave takove vrsti spada „Pororoka“ na ušću Amazonke, „Bora“ na ušću Gange, „grom“ Kitajaca na ušću Hoangha. U Evropi su najpoznatiji te vrsti pojavi u Garonni izpod Bordeauxa, gdje se u nju izlieva Dordogna, zatim na ušću Severne, koja utječe u Bristolski zaljev i nedaleko ušća Seine kod Quilleboefa.

Sile, koje radjaju morska doba, mora da su vanredne, te ih jedva možemo pojmiti i prispodobiti našim običnim mjeram. Uzmemo li na pr. da je plima poprieko visoka samo $^1/_3$ metra, to se u jedan dan kreće oko zemlje vodena masa od 49·020 kub. met. To je pak radnja, za koju se upravo neizmjerna sila zahtieva! Da donjekle shvatimo tu silu, navest ćemo rieči Oppolzerove, koji kaže: „Ako pomislimo, da najveća ljudska gradjevina, najogromnija piramida iznosi

po prilici milijunti dio jedne kubične milje (= 408·55 kub. kl.), to će svatko uvidjeti, da nije previše, ako uztvrdimo, da nije čovječanstvo, odkada obstoji, svojom silom, silami svih životinja, koje služe ljudem i silami umjetnih micala (motora) jednu kubičnu milju materijala oko ciele zemlje pomaknulo."

Privlačivošću mjeseca i sunca razviju se za morskih doba sile, koje nadkriljuju sve druge izvore sila. U današnjem razvitku napredka i naobraženosti gotovo ništa ne upotrebljujemo tih sila. „Naši ugljenici, koji obiluju svjetlom predjašnjih dana", tako pišu Nasmyth i Carpenter „davaju nam dan danas toliko obilje materijala, koji proizvadja sile, da ga mi u prevelikoj revnosti na sve moguće svrhe trošimo, te preziremo mnoge druge dragocjene sile, napose onu, koja diže i spušta morsko površje. Mi bi joj mogli pomoću plimskih mlinova podati svaki mogući oblik mekaničke sile. Možda ima amo tamo u istinu takovih plimskih mlinova, ali obićno su u naše doba parnimi strojevi iztisnuti, te ne rabe. Medjutim ne smijemo nikada zaboraviti, da razsipno upotrebljujuć ugljen trošimo neprestano glavnicu iz banke, u koju se ništa ne uplaćuje. Mi trošimo zalihu, koja se može izcrpsti, pak će bez sumnje nadoći vrieme, kada bude trebalo ogledati se za drugimi silami. Sigurno će se onda upotrebljavati plima kao izvor sila za mekaničke svrhe. Ta već prije 100 godina dobivao je London vodu ponajviše plimskimi sisaljkami. Osobito će to koristiti Britanskim otokom, gdje je obala jako protegnuta, te plima prodire u mnoge rieke. Tada će se tvornice povući sa prigorja na obale." Punim pravom završuju spomenuta dva pisca po prilici ovako: Budući da je zadaća inžinira, da prirodne sile što više promeće i uporablja, otvara se daleko polje njegovoj izumljivosti. On će nedvojbeno latit se i toga posla, da privlačivu snagu mjesečevu pomoću plime izcrpe i mekanički upotrebi na korist čovječanstva.

Morska su doba, imenito pak plima, još u jednom pogledu veoma znamenita i to u fizici zemlje, o čem nije dugo nitko ni slutio; plima zaustavlja naime rotaciju zemlje. Već je veliki mudrac Kant držao, da će se rotacija zemlje tiekom vremena smanjiti, ili drugimi riečmi, da će s vremenom dan i noć narasti. Prvi je Robert Mayer g. 1838. naglasio, da je tomu med ostalimi i taj uzrok, što plima uviek nastaje nješto iztočnije mjesečevu meridijanu. Pomislimo, kaže on, da mjesec miruje, a zemlja da se vrti oko svoje osi od zapada prema iztoku. Gorje na zapadu mjesecu, stojećemu u meridijanu, morat će zbog privlačivosti njegove pospiešiti rotaciju; kad je pak prošlo meridijan, zaustavljat će rotaciju s istih razloga. Gorje,

koje je uviek na iztoku mjesečevu meridijanu, nastojat će poradi pritege mjesečeve da zaustavlja rotaciju zemlje. Plimu pak treba da smatramo kao takovo mjesečevu meridijanu uviek na iztoku stojeće gorje; po tom neprestano nastoji zbog pritege mjesečeve da zaustavi kretanje zemlje. Tim su se pitanjem osobito bavili Adams, Delaunay i Ferrel, ter su jasno dokazali, da je duljina dana od Hiparhovih vremena nješto narasla. Praktički je dakako ta zaustava posve neznatna, jer tečajem više tisuća ljeta iznosi jedva jednu sekundu! Zanimljivo je svakako, da upravo plima podaje sredstvo, kojim može čovjek (barem teoretički) utjecati na isto kretanje zemlje. Da se naime sila plime u velikoj mjeri kroz dugo vremena diljem morskih obala upotrebi za tjeranje strojeva, to bi mogli time, kao što mekanika kaže, postupno zaustavljati kretanje zemlje.

Pri koncu ćemo još spomenuti, kako se u novije doba počelo po mnogobrojnih opažanjih osjeke i plime zaključivati o čvrstoći zemaljske unutrašnjosti. Do sada smo jedino o tom govorili, da za morskih doba mjesec i sunce privlače samo lako gibljive dielove vode. To bi vriedilo medjutim jedino onda, da je zemlja absolutno tvrdo tielo. Pošto je medjutim Sir Wm. Thomson dokazao, da bi se na zemaljskom kopnu još i onda opažala pritega mjeseca i sunca, kad bi zemlja u unutrašnjosti svojoj bila tvrda kao staklo, to je svakako vjerovatno, da se i kopno, kao što i more, na dan dva puta diže i pada. Po tom ne bi niti ništica vodomjera, po kojoj se mjeri plima i osjeka, bila stalna tačka. Kad se dakle u njekoj luci za plime digne voda recimo od 1·82 do 4·95 m., to se ne udalji površje morsko od zemaljskoga središta samo za 3·13 m., već za 3·13 m. i još k tomu za onoliko, za koliko se podigla i ništica vodomjera. U tom je dakle slučaju pronadjena visina plime jednaka pravoj plimi umanjenoj plimom kopna.

Veličina plime zemaljskoga kopna ovisi o tvrdoći zemaljske unutrašnjosti. Što je tielo manje čvrsto n. pr. kao voda, to laglje popušta i to ga mjesec i sunce laglje privlače. Da kopno posve popušta privlačivosti nebeskih tjelesa, recimo kao voda, to se ne bi ništa poznala morska doba u oceanih, jer bi se i sve kopno s morem dizalo i padalo. Ta mi opažamo plimu i osjeku na obalah samo zato, jer se obale ne dižu i ne padaju; inače ne bi opažali morskih doba, kao što ih ne opažaju mornari na morskoj pučini. Pošto medjutim zemaljsko kopno svakako manje popušta privlačivosti mjeseca i sunca, nego li ocean, to preostaju samo oceanska morska doba, koja

ovise o tom, kako je zemlja tvrda u svojoj nutrinji. Uzmemo li, da je zemlja donjekle pruživo tielo, bit će manja morska doba, nego li da je zemlja skroz tvrdo tielo; po razlici pak med opažanimi morskimi doba i med teoretičkimi doba dade se donjekle sud stvoriti o tvrdoći zemaljske unutrašnosti.

U novije se vrieme bavio mnogo tim pitanjem po nalogu „British Association“ G. H. Darwin, sin glasovitoga Charlesa Darwina. Za temelj je uzeo mnogobrojne podatke o morskih doba u Indiji, imenito za deklinacije mjesečeve. Rezultat njegovih iztraživanja bijaše taj, da je zemlja gotovo posve tvrdo tielo. Čini se doduše, da kopno donjekle popušta privlačivosti mjeseca i sunca, ali to da je tako neznatno, te se može reći, da je zemlja u svojoj unutrašnjosti tvrda barem kao ocao.

XVII.

Voda na kopnu.

Vode sviju rieka na zemlji izčezavaju pred nepreglednom vodom oceana. — Kolanje vode. — Odakle oborina. — Izvori ili vrela. — Krasota izvora. — Kako postaje izvor. — Artežki zdenci. — Topla vrela. — Razne primjese u vodah tekućicah. — Podmorska vrela. — Podzemne šupljine, koje je voda izdubla. — Gdje ima najviše špilja? — Viktorijine špilje u Yorkshiru.

1.

Prispodobimo li kopnene vode sa velikimi oceanskimi, to su one posve neznatne; k tomu potječe sva voda na kopnu iz oceana, iz kojih se izhlapljuje, a kašnje se mnogobrojnimi riekami natrag vraća. Tako uči danas znanost. Starim dakako to nije bilo poznato, pače se još koncem 17. stoljeća nije to niti naslućivalo. U glasovitom zemljopisu Varenijevom, koji je izdao Newton i po kojem se predavalo na sveučilištu u Cambridge-u, čita se još, da najveće rieke tiekom jedne godine donose toliko vode moru, da nadkriljuje objam ciele zemaljske kruglje! Pače se to već o samoj Volgi tvrdilo i po tom zaključivalo, da se riečka voda, koja k moru pritječe, neprestano u velikoj množini natrag vraća na kopno. Već smo medjutim prije spomenuli, kako je neznatna sva voda sviju rieka prema objamu zemlje; ta sve bi današnje rieke kroz 50 milijuna godina morale da teku, da izdadu toliko množtvo vode, koja bi objamom zemlji ravna bila! „Rieke“, kaže liepo Reclus, „koje svuda na zemlji sve oživljuju i bez kojih bi kopna suhe nenapučene pustinje bile, jesu kao kakav sustav žila dovodnica, koje oceanu, velikomu središnjemu organu kolanja na zemlji, natrag donose vodene mase, koje su odvodnim sustavom oblaka došle na zemaljsko tlo. Da nije neizmjerne vode u moru, nestalo bi skoro na zemlji vlage, pustih poljana ne bi kiša natapala, niti bi izvori i potoci žuboreći iz gora otjecali, niti bi rieke strujile kraj cvatućih obala“.

Nevidljivi hlapovi, koji se neprestano iz oceana dižu, sgustnu se gore u magle i oblake, iz kojih kiša i snieg na zemlju pada podavajući život izvorom i riekam. Ove nose svoje vode niz doline, kojom se zgodom jedan dio vode opet izhlapi; drugi dio lučbeno vezan ostaje na mjestu, a sva ostala voda pritječe moru, odakle onda s nova pomenutim putem kola. Ovo je kolanje morske vode veoma znamenito, jer podržava ustrojni (organički) život na zemlji, te čini, da ljudi mogu na kopnih živjeti.

Ne gledeć na polarne priedjele, gotovo najmanji dio atmosferske vode ostaje u plazurih kroz mnogo godina pače i kroz stoljeća. Nasuprot najveći se dio atmosferske vode spušta iz oblaka kao voda tekućica, pak je s toga ova mnogo znamenitija za organički život na zemlji. Lieno se pomiče plazur, ta ledena rieka, kroz gorske klance; nasuprot naglo teče voda, nastala od kiše i sniega, po zemlji i prodire u dubljine, da zatim provali kano vrelo na zemaljsko površje, ili pak da podzemno dodje do mora. U gorskih gudurah, gdje tlo, imenito golo kamenje ne propušta vode, brza ova dolje u nizinu derući i odkidajući razsuline gorskih obronaka. Poslije neobično jakih kiša često se jedva dadu razlikovati ovako ogromne bujice od lavina. Srećom da su takove strahotne bujice u Evropi dosta riedke. Dakako da i kod nas nastaju za svake oluje na gorskih obroncih novi potoci i rieke kratkoga života. To su b u j i c e ili s a m o t o č i n e. Gudurami i klanci štropoćuć odkida i nosi sa sobom bujica razni krš, kamenje, zemlju i grmlje, izplavi si, ako pećinjasto tlo ne zaprieči, duboko korito i nadošav u ravnicu naslaže tamo šljunak i mulj. Tko je doživio oluju u Alpah, mogao se uvjeriti, kako su takove bujice geoložki djelotvorne i kako za njekoliko ura mienjaju lice svoje okolice.

Da je zemaljsko tlo neprobitno, ne bi bilo nikakovih vrela; sva oborina, snieg i kiša, otjecala bi po tlu, kao što otječu bujice i gorski potoci. Medjutim tomu nije tako. Najveći bo dio oborine prodire u zemaljske dubljine, rješava se tuj raznih tvari, koje je sa sobom doniela, prima toplotu, koju imaju oni slojevi zemlje, do kojih je doprla, te se spaja sa raznimi rudnimi česticami, koje na putu nadje. Kad napokon dodje do neprobitnih slojeva, vraća se natrag na zemaljsko površje kao izvor.

Svako tlo ne upija jednako oborinu. Obično tlo ne upija mnogo vode, osobito ako je kiša nagla, i ako voda zbog položitosti tla lako otječe. Zemlja crnica upija vanredno mnogo vode, te prieči, da ne prodre u dublje naslage. Samo s vanrednih kiša prodire kadkada voda jedan metar duboko u zemlju. Gdje je tlo od pieska i šljunka,

lako ga voda prodire; tlo od ilovače i gline ne propušta vode, s toga na takom površju nastaju za kiše mlake i kaljuže.

Biline ne upijaju samo vodu, već gdjekada pripomažu, da voda dublje prodire u zemlju. Kad je naime lišće na drveću posve mokro, pada polagano kap po kap na nakvašenu već zemlju pospješujuć postupno prodiranje vode u dubljinu, dok se drugi dio oborine po stablu i korienju neposredno u zemlju spušta. Na velegorskih obroncih nabreknu od kiše i otopljena sniega lišaji i alpinske trave kao gljive. Imenito upiju tresetišta mnoge vode, od koje živu vrela, koja niže leže. Nepregledne poljane lišaja, koje pokrivaju stotine tisuće hektara na obroncih Škotskih i Irskih gora, makar i dosta strme, ipak su prave jezerske kotline, okružujući med svojimi nebrojenimi listići milijune hektolitara vode.

Pećinjasto tlo upija manje ili više vode prema tomu, od kakove gradje sastoji, da li je naime više lomno ili pak tvrdo. Sastoji li tlo od vulkanske gradje, iz rahlih slojeva šljunka, pješčenjaka ili praha, prodire voda brže do nižih kamenih slojeva. Od tvrdoga kamenja ne propuštaju vode mnoge vrsti, kao n. pr. njeki graniti i to s toga, jer imadu malo pukotina, dok opet drugi kao n. pr. vapnenac svu vodu upijaju, koja do njih dodje. Med ovimi ima pače takovih, koji su tako razlamani i razciepani, da naliče na ogromne zidine, ter ne odolievaju kiši više, nego li kakvo sito. To se može osobito motriti u sjevernobavarskoj visočini kao i u Jura gorju. Najveći dio vapnenca, ali različitih geoložkih doba, sastoji iz pravilnih, ogromnih slojeva, koje presiecaju amo tamo okomite pukotine i žljebovi. Pod timi gornjimi slojevi leže zatim glinene ili laporaste naslage, koje voda doduše težko prodire, ali im pojedine česti izplavi i odnese. Tako nastaju podzemne vodene žile, koje se na slojevih lapora šire. S vremenom izplavi i izpere voda sav lapor, pa teče šupljinami i špiljami, koje se pukotinami, prolomi i neprestanim djelovanjem vode tekućice raznoliko mienjaju. Takova iz vapnenca izviruća vrela obično su zbog dužine svoga podzemskoga tieka veoma obilna vodom. Ako još k tomu čitava ogromna vispoljana sastoji od vapnenca, to se napokon sva oborina, koja pada na vispoljanu, sastane u jednom jedinom kanalu, te iznenada na vidjelo dolazeće vrelo često odvodni i osuši vispoljanu na stotine pače i tisuće četvornih kilometara.

Prema naravi kamenja izvire voda nješto dalje ili pak na onom mjestu, gdje su se prve kapi sabrale. U njekih su gorjih vrela za čudo samo njekoliko metara izpod najvišega vrhunca. Ovamo ide „zdenac vieštica“ na vrhu Brockena u Harzu. Taj se izvor nalazi

samo 6 m. izpod najviše tačke na čitavoj vispoljani; medjutim se proračunalo, kad bi sva voda, koja padne na tu vispoljanu, iztjecala iz vrela, da bi dala u jednoj minuti $7^1/_2$ litara, dok u istinu jedva treći dio te vode izvire. I na našem Sljemenu nad Zagrebom ima vrelo nedaleko planinske kuće, koje je njekoliko desetaka metara pod najvišim vrhom. Na 700 met. dugom i 250 met. širokom glavnom otoku na Chausey-otočju izvire takodjer stalno vrelo, te je doista dvojbeno, daje li oborina dovoljno vode za to vrelo, ili nije li možda taj otok u savezu sa kopnom.

U dolinah, koje se otvaraju na podnožju gora, ili pak na nizinah, koje su izpod neznatnih visočina, obično su najmnogobrojniji izvori. Oni podavaju čitavoj okolici osobiti čar; to su oni tihi i dražestni krajevi, kamo se svatko iz bučne gradske vreve rado zakloni, da sanjari kraj tiho žuborećega potočića. U takovom smo kraju, kaže Reclus, osobito dirnuti i zadovoljni a niesmo uzrujani i prestravljeni, kao kad vidimo vodopade, plazure ili morske valove. Tu nam se pokazuje bajna slika svježe izvornosti i životne bujnosti; tu se spominjemo na sva mjesta, iz kojih je njekoć naobrazba proizašla. Na takovih mirnih mjestih čini nam se, da je sve upravo za to stvoreno, da zadovolji potrebam i zahtjevom prvih poljodjelaca. Tu nadjoše oni granato drveće, koje im je podavalo sjenu, brežuljke, koji su ih branili od oštrih vjetrova, čistu i bistru vodu za svoje vrtove, kamenje za gradnju kućica. Što im je trebalo više, da započnu veliki posao oko naobrazbe, koja je od nas njihovih potomaka načinila ono, što jesmo danas.

Ako se već velegradjanina, koji se svega nagledao i naužio, gorsko vrelo ugodno doimlje, koliko se ljepše i jače doimahu gorski izvori naših pradjedova, koji su posred prirode sav svoj život provodili. S toga su u starom vieku mnogi narodi štovali vrela kao božanstva. Imenito Grci, koji su toli nježno umjeli svoja čuvstva i osjećaje prenieti na prirodu, oživjeli su svojom bujnom maštom svako vrelo, pretvarajući ga ili u prijatnu vilu, ili pak u kakvoga krasnoga poluboga. Putopisci se ne mogu dan danas dosta načuditi, kad motre neznatni Kastalski izvor ili Hipokrenu ili male potoke Skamander, Alfej, Ilyssa ili Eurotu, koje su pjesnici neumrlom slavom obasuli. Putopisci začudjeno pitaju, zar su se tim neznatnim potokom posvećivale i dizale spomen-ploče, kipovi i hramovi? zar su one sitne med kamenjem se provlačeće kristalne niti bile mogućim gradovom zaštitni bogovi, koje su slavili i zazivali oduševljeni rhapsodi u svojih pjesmah? Ti su medjutim putopisci većinom sa sjevera, a ozbiljniji

sjevernjaci, kao što znademo, slave i veličaju obično samo ono, što je ogromno i orijaško, te se čude jedino riekam, kao što je Misisipi i Amazonka! Pa ipak tko bi ikada mogao dostojno opisati krasotu ma i najmanjega vrela! Ta svako vrelo imade svoje krasote, žuborilo ono pod tajnovitim drvećem med cvjetnjastimi obalami, ili prodiralo iz duboke špilje izpod bielih vapnenih pećina, ili pak biserilo se poskakujuć po kremenitom tlu i titrajuć maljušnimi zrnci pieska. Ovo je vrelo prijatnije, ono opet ozbiljnije. Jedno je dražestni Acis, koji je izmakao pećinam lave, pod kojimi ga je kanio ciklop pokopati, drugo je opet vila Arethusa, koja pod morem pliva, da ne pomieša svoje modre vode sa kalnimi valovi rieke, drugo je opet djevičanska Cyana, koja svojimi suzami krasi cvieće, koje je nabrala, da njim nakiti Proserpinu.

Lako je pojmiti ono štovanje, koje žitelji tropskih zemalja sa svojim suhim tlom i svojim žarkim nebom izkazuju izvorom. Na krajevih pustinje ima jedva nješto malo izvor-vode, s toga ju tamo to većma ciene. Neznatno vrelo, izviruć iz kakove pećinjaste pukotine, natapa rašće i bilje, od koje cielo pleme živi. Da to vrelo presahne, svi bi se tamošnji žitelji morali izseliti, ili pak umrieti od gladi. I doista žitelji u oazah osobito počituju plodonosnu vodu, kojoj duguju svoj život. U priedjelih, gdje ima kiše, ne štuju se toliko vrela, ali ipak ima tragova štovanju izvora i u onih zemljah, gdje obilno kiše natapaju zemlju. Takovih će spomena biti n. pr. u Švicarskoj, gdje tamošnji gorani ne drže kalnu vodu, koja prodire izpod plazura, vrelom ili izvorom rieke, već tim imenom odlikuju onu bistru vodu, koja izvire na podnožju pećina. Oni ne zovu Rodanom vodu, koja izpod plazura teče, već jedan potočić, koji dolazi iz njekoga toploga vrela njekoliko stotinu metara izpod pročelne gruje. Ovaj potok, koji kao što i plazurski odtok nikada zimi ne presahne, ima u sebi željeza, od čega je kamenje crvenkasto, te njeki pače drže, da se s toga i zove ta rieka Rodan ili Rona.

Medjutim niesu vrela samo zbog svojih krasota i koristonosja tako draga ljudem, već takodjer zbog tajinstvenosti svoga podrietla. Svatko pita, odakle dolazi ta bistra voda, koje je putove provalila pod zemljom, prije nego li je došla na vidjelo? U kojoj pećini stanuje prijatna vila, iz koje je visočine sašla na zemlju? Ne pitaju tako samo nenaobraženi ljudi, već niti učenjaci ne znadu na sva ta pitanja tačno odgovoriti. Trebat će prije još mnogih iztraživanja, nego li će se moći sigurno označiti, kako kolaju kapi vode kroz zemaljsku unutrašnjost, kroz rieke, mora i oblake.

O postanku vrela imao je već Aristotel na toliko jasne nazore, što je tvrdio, da potječu od meteorske vode, (t. j. kiše i sniega) koja u tlo prokapljuje. Mudrac Descartes je držao, da morska voda podzemskimi kanali prodire pod gorja. Toplina zemlje da ih zatim tjera kao hlapove do gorskih vrhunaca, odakle kao vrela iztječu. Ovo malo zapleteno tumačenje činilo se za to upravo potrebnim, jer se pokusi pokazalo, da i za najjačih ljetnih kiša voda ne prodire dublje u zemlju crnicu od 20 cm. Lahire se opirao meteorskomu podrietlu vrela, jer je opazio, da zemljana naslaga debela oko 1·20 m., koja je bila kroz 15 godina izložena uplivu zraka i oborine, nije propustila ni kapi vode do olovne ploče, koja je pod njom ležala. I Buffon se uvjerio, kad je iztraživao 1·65 m. visoku gomilu zemlje, koja je njekoliko godina netaknuta ležala u njekom vrtu, da nije kiša u nju nikada dublje od 0·7 m. prodrla. To je potaklo znamenitoga fizika Mariotta, da taj pojav pobliže izpita. On si je za to odabrao područje rieke Seine, te je prispodobio množinu oborine, koja se spušta nad tim područjem sa množinom vode u Seini. Na taj je način pronašao, da Seina donosi moru samo sedmi dio vodene mase, koja kao kiša i snieg u njezinom području na zemlju pada. Kašnje su to novimi iztraživanji potvrdili u Francuzkoj Arago i Lortet a Dalton u Englezkoj. Pošto je dakle bez sumnje, da kišom i sniegom kopno mnogo više vode prima, nego li mu je rieke odnose, treba da sada pobliže izpitamo i razjasnimo, kako se meteorska voda u zemaljskoj unutrašnjosti sabira i tvori vrela.

Obilnost vrela odgovara obično množini oborine. Poslije jake kiše sva su vrela obilnija, izuzev ona, kojim zbog njihova podzemskoga razvitka ne može više nego obično vode odtjecati. Kad vanredno mnogo kiše pada, dogadja se gdjekada, da vrela provale iz pukotina, koje su inače suhe, te da tvore prolazne potoke. To su tako zvana gladna vrela (fonts famineuses ili crie la faim), kojim se narod ne veseli, jer drže, da navieštaju gladnu godinu i veliku skupoću.

Svaka i najmanja oborina utječe na jakost vrela. Kad se otopljeni snieg noću smrzne, kad su danju jači sunčani traci, ili pak ako se tlo više ili manje izhlapljuje, sve to neprestano djeluje na vrela, ter ih mienja od dana do dana, od sata do sata. Dakako da oborina, toplina sunca i vjetrovi neposredno to manje utječu na vrela, što imadu ova dublji podzemski tiek i što dublje leže. S toga su vrela, koja primaju svoje vode iz dubokih, zavojitih kanala, gotovo uviek jednako jaka. Iz mnogih n. pr. toplih vrela, koja puko-

tinami i žljebovi iz znatnijih dubljina provaljuju, izvire jednaka množina vode neprestano ljeti i zimi. Druga topla vrela nasuprot, koja su bez sumnje u savezu sa kotlinom, u kojoj se voda sabira, vrlo se mienjaju prema tomu, koliko je sniega i kiše padalo. Tako je n. pr. mjeseca srpnja god. 1855. iza mnogih oluja vrelo Pfäfferško u Švicarskoj svojim običnim otvorom kao i mnogimi drugimi pukotinami tolikom žestinom provaljivalo, da je voda ne upotrebljena odtjecala u potok Taminu. Sliedeće je pak godine isto vrelo tako malo vode davalo, da su se već tamošnji žitelji bojali, da će posve presahnuti.

Najveće su čudovište takova vrela, iz kojih njeko vrieme mnogo vode izvire, zatim iznenada presahnu, a napokon se opet pojave, kao da kakova nevidljiva ruka izmjenično otvara i zatvara kanale, kojimi dolazi voda iz dubljine. To su tako zvana povremena (periodična) vrela. Taj pojav tumači se tako, da se voda polagano u podzemskih prostorijah sakuplja, te iztječe zatim na površje kanalom, koji je nalik na zavinutu teglicu. Voda počne iztjecati, čim se podigne u šupljini do visine tegličinih cievih, pa teče dotle, dok nije spala pod razinu otvora; na to posve prestane voda teći, dok opet polagano rastući u šupljini stigne do visine tegličinih cievi. Jedno od najznamenitijih povremenih vrela jest vrelo na vili Plinijevoj na Komskom jezeru, koje je već Plinije bio opisao. U Švicarskoj je najznamenitije takovo vrelo Fontana Chistaina u dolini d' Assa u dolnjem Engadinu. Tamo se otvara u gorskoj stieni uzki ulaz u pećinu, koja ide po prilici 100 met. duboko u zemlji. Voda dolazi iz pećine u prostranu kotlinu, iz koje zatim iztječe kao jak potok. Tri puta na dan izvire tu voda: jutrom u 9 sati, o podne i na večer, a med tim su stanke koje traju po 3 ure, za kojih je spomenuta kotlina posve prazna i bez vode.

Podzemske vode ne teku uviek onako, kao vode na zemlji, naime prema položitosti tla. Mnoge se vraćaju natrag na površie, pošto su već bile prodrle duboko u zemlju. Otopljeni snieg sa visokih gora prodire pukotinami i prosjedi tla na stotine pače i tisuće metara pod zemlju. Ta voda spušta se sve dublje, dok nije stigla do takovih slojeva, koji je dalje ne propuštaju. Tu se ona sve više sabira i na sve strane širi, nastojeć da postrance prodre na površje kao vrelo. Polag obćenitoga zakona, da u spojnih posudah tekućina nastoji da dosegne istu visinu, mora voda prodrieti kao vrelo, čim je iz podzemskih sabirališta našla put do zemaljskoga površja. Ako je mjesto, gdje nastaje vrelo, mnogo niže, nego li kotlina u kojoj se sabira voda, to vrelo silovito u vis prska. Pošto vrela obično nose sa sobom

raznih tvari, koje se polagano oko svoga otvora naslažu, to se kadkada postupno oko vrela tlo podigne onako visoko, kao što je prvobitno voda skakala. Primjer su tomu glasovita „Mojsijina vrela“ (Aïn Musa), koja izviru u dražestnoj oazi nedaleko Suežkoga zatona, okružena uljikami i tamariskami. Ova vrela, 21°—29° C. topla, izviru dan danas iz vrhunaca malih čunjastih brežuljaka od pieska, koje je sama voda iz vrela naslagala. Nedaleko tih vrela ima čitav niz sličnih, sada već osušenih pješčanih čunja, čija vrela ne imaju već dovoljne sile, da vodu do vrha brežuljaka dignu.

O tom ne ima sumnje, da se voda, kao što smo eto razložili, iz dubljine diže na zemaljsko površje. Već prije mnogo stoljeća tražeći u pustih priedjelih vrela naidjoše ljudi na vodu, koja uzlazi iz podzemskih kotlina. Već u starom vieku umjeli su stanovnici po Egypatskih i Algirskih pustinjah kopati takove zdence u dubljinah od 10, 20 pače i 25 met. Takovi su zdenci, izvirući sred pješčane pustare oživjeli sve na okolo. Žitelji njekih dolina Afganistana i Arabije bijahu pače, da ne izgube ni jedne kapi toli dragocjene vode, tako oprezni, da su potoke, čim bi izašli iz klanaca, sveli u podzemske položite kanale. S toga se nije voda putem izhlapljivala, već je sva stigla do podnožja obronaka, gdje se sakupljala u zdencih, iz kojih su se odmah natapala polja. Većina je takovih kanala na više mjesta probušena, da mogu iz njih okolišni žitelji grabiti potrebnu vodu za polja. Ima takovih podzemskih vodovoda, dugih i preko 50 klm. U Kitaju su rovom pravili zdence već u staro doba i to po mnienju njekih duboke 800—900 met.

Umjetno izvrtani zdenci, koji skaču u vis, zovu se artežki zdenci po grofoviji Artois u sjevernozapadnoj Francuzkoj, gdje su god. 1126. prvi takav zdenac izvrtali. Dan danas vrta se stotine metara duboko u zemlju kroz glinene pješčane i pećinjaste naslage, da se načini otvor vodi, koja dolazi sa dalekih gora i vispoljana. Geologija nas uči, da možemo podpunom sigurnošću opredieliti tiek podzemskih voda, pače i njezine sastavine. Tako su mogli inžiniri s uspjehom u okolici Calaiškoj u Francuzkoj rovati zdence, iz kojih je potekla voda, koja dolazi sa brežuljaka Englezkih izpod kanala. Na osnovu geoložke znanosti naišlo se kopanjem na solna i ljekovita vrela. U Algirskoj Sahari označuju inžiniri unapried sred pustarskih priedjela mjesta, na kojih se mora doći do obilnih vrela. Takovimi je artežkimi zdenci Francuzka vlada u tih stranah mnoge puste priedjele pretvorila u plodne i napučene zemlje.

Premda ne može čovječje oko prodrieti kroz naslage kamenja, prodire duh ljudski i onamo te je dokučio tiek voda u podzemskih dubljinah. U ostalom su u cielosti podzemske vode upravo onakove, kao što i vode na zemaljskom površju. One takodjer razaraju i naplavljuju te preobražuju zemaljsko površje. Na mnogih mjestih, imenito kod Toursa, izbacili su artežki zdenci razne ostatke bilina i životinja, koje je njekoliko tjedana prije doniela kiša podzemskim prostorijam. Najzgodnije tlo za artežke zdence imaju slojevi kotlinasta položaja, u kojih su u neprestanom savezu podzemska sabirališta voda sa zemaljskim površjem preko takih naslaga, koje propuštaju vodu. U tom su pogledu osobito povoljni odnošaji Parižko-londonske kotline, s toga ima tamo vrlo mnogo artežkih zdenaca. Mnogi su artežki zdenci veoma duboki. Zdenac Grenellski kod Invalidskoga doma u Parizu dubok je 540 met., skače u vis do 28 m. nad zemaljskim površjem i daje na dan 3 milijuna litara vode tople 27·7° C. Zdenac kod Saint Louisa u pokrajini Misouri, koji rabi za čišćenje sladora, dubok je 800 met.

2.

Veoma je znamenito, što je do sada svuda opažano, da je toplota artežkih zdenaca to veća, što njihova voda dolazi iz većih podzemskih dubljina. Polag opažanja raste toplota za svakih 30 met. dubljine poprieko po 1° C. Jedino kod Saharskih zdenaca raste po opažanjih inžinira Ville-a već svakih 20 met. za 1° C. Pošto se artežki zdenci od naravnih vrela samo time razlikuju, što im je umjetnim načinom otvoren izlaz na zemaljsko površje, mora da vriede isti zakoni za sva vrela, te se može približno po toploti izvora pronaći dubljina, iz koje dolazi. Bez sumnje ne ćemo pogriešiti, ako uztvrdimo, da sva hladna vrela, kojim je naime popriečna toplota manja, nego li onoga priedjela, u kojem izviru, silaze sa visočina, dok nasuprot sva topla uzlaze iz duboko ležećih slojeva.

Kod hladnih i toplih vrela možemo gotovo svaku toplinu od 0°—100° opažati. Jedno vrelo na obroncih Hangerera u Oetčkoj dolini, koje ima izvor 2055 met. visok, samo je za jedan stupanj toplote nad ledištem. Na Alpah i Pirenejih i u obće na svih gorjih, koja su sniegom pokrita, nadju se pače dosta često blizu vrhunaca malena vrela, koja su samo njekoliko stupnjeva toplija, nego li otopljeni snieg. Na podnožju gorja, imenito na podnožju vapnenih gora, ima takodjer mnogobrojnih vrela, koja su toplija nego li onaj priedjel, u kojem izviru. Geolozi, koji su proučavali podzemsku hydrografiju, (nauku o vodah) više puta su dokazali, da je prodiruća voda s po-

četka mnogo hladnija, nego li kamenje, u koje prodire. Neprodire bo samo voda u podzemske kanale, već se i zrak širi pukotinami i prosjedi. Budući da i zrak prodire do vlažnih stiena, razhladi se od jakoga izhlapljivanja kamenje kao i voda. Toplota vrela, koja dolaze iz šupljina i špilja punih gorja, takodjer je za njekoliko stupnjeva niža, nego li obična toplota tla.

Kao što smo već spomenuli, približnu dubljinu toplih vrela možemo proračunati, ako se za svaki stupanj toplote, za koji nadkriljuju priedjel, u kojem izviru, uzme oko 30 met. dubljine. Po tom mora da dolazi vrelo Topusko, koje je toplo 61° C., iz dubljine od 1830 m., izvori Plombierski topli 65° iz dubljine od 1950 met. a Chaudes Aigues, koji imaju pače 81° toplote iz dubljine od 2440 m. Aguas de las Trincheras na sjevernoj Venezuelskoj obali, koji su g. 1823., kad ih je opažao Boussingault, imali toplotu od 91°, mora da prodiru još iz dubljih slojeva.

Polag opažanja preduzetih u velikom Islandskom gejzeru (sl. 7.) može voda u zemaljskoj unutrašnjosti nadkriliti toplotom i vrelište, čim pak dodje na zemaljsko površje, pretvara se u paru. Takova se topla vrela pojavljuju jedino u blizini vulkana. U obće treba da naglasimo, kako ima često velika toplota mnogih vrela posve slučajni uzrok. Kad se vulkan Jorullo god. 1759. pojavio (sl. 8.), zasula je žarka lava dva potoka Rios de Cuitimba i de San Pedro, koji se za kratko vrieme opet pojaviše kao vruća vrela. Po Humboldtovu mjerenju bila im je g. 1803. toplota 65·8°, dok su polag izvješća novijih putopisaca samo njekoliko stupnjeva topliji od onoga priedjela, u kojem izviru. Neima sumnje, da im je spala toplota zbog toga, što su ohladnjele naslage lave, koje vrela protječu.

Topla vrela, koja ne imaju toplote od blizine vulkana, izviru gotovo uviek iz prosjeda ledastoga kamenja na podnožju dubokih i divljih klanaca ili u kotlinah, koje su okružene nebotičnimi ponajviše golimi stienami. Druga opet topla vrela leže u gorskih klancih poprieko većih kosa, gdje su starije formacije prodrle kroz mladje. Taj savez med toplimi vreli i prodirućim kamenjem posve je naravan; uzdižuće se naime mase raztrgale su uzporedne naslage, koje su zaustavljale vodu u dubljinah i time otvorile kanale, kojimi je voda prodrla do površja zemaljskoga. Da imade takovih dubokih pukotina, iz kojih topla vrela dolaze, dokazom je i to, što se kadkada nenadano mienja toplota takovih vrela od potresa, koji ili začepe stare pukotine ili otvore nove, još dublje. Iza Lizabonskoga potresa g. 1755. narasla je toplota jednoga vrela u Bagnères de Luchon od 8° na 50°

i od toga vremena, dakle već preko 100 god. nije se ni malo promienila toplota toga vrela.

Obilje kiše i godišnja doba mnogo manje utječu na topla vrela nego li na hladna vrela, koja dolaze iz gornjih slojeva zemaljske kore. Ipak se opaža kod toplih vrela raznoliko obilje vode, koje nastaje barem donjekle s istih razloga, kao i kod hladnih vrela. U Auvergni, Pirenejih kao i u Alpah ima toplih vrela posve zaštićenih proti oborini, pa ipak narastu u isto vrieme, kad nabujaju u blizini hladni potoci. Može to doduše nastati i zbog toga, što nabujali podzemski kanali sa strane jače tlače topla vrela. Ali veće obilje tople vode mora da potječe iz dubljine, budući da obično sa kolikoćom naraste i toplota izvora. Nabujali naime podzemski kanali jači su i putem manje zadržavani, a zbog toga izgube manje svoje toplote, dok stignu do površja zemaljskoga. Voda u Briegerskom kupalu med Briegom i Vispom u Walisu ima pod jesen i zimi popriečnu toplotu od 34° do 35°, koja naraste do 45°—50°, kad u proljeće južni vjetar snieg otopi. U obće ima mnogo pojava kod toplih vrela, koji još niesu dovoljno razjašnjeni. Većina učenjaka misli, da raztezanje plinova, koji se u zemaljskoj unutrašnjosti razvijaju, takodjer znatno utječe na količinu toplih vrela.

Većina toplih vrela ima u sebi rudnih čestica; samo njeka su vrela posve čista, pače čišća, nego li kišnica. Ovamo idu glasovita vrela Plombierska, koja sadržavaju samo $^1/_{33}\%$ raztvorene soli zatim Gasteinsko, Pfäffersko i mnoga druga vrela. Najtoplija vrela u Francuzkoj Chaudes Aigues topla su 70°—80°, te sadržavaju vrlo malo rudnih primjesa. Žitelji u „Chaudes Aigues“ upotrebljuju tu vodu za kuhanje i pranje kao i za loženje svojih stanova. Drvene cievi vode po svih ulicah u spreme ili posude, koje su smještene u prizemlju svake kuće, ter za hladnih dana toliko topline puštaju, da su peći i ognjišta posve suvišna. Ljeti su malenimi zaporci zatvorene vodne cievi, te voda pritječe potoku, koji pod gradom teče. Kemik Berthier je sračunao, da ta topla vrela svaki dan davaju toliko topline kao $4^1/_2$ tone (oko 4567 klgr.) kamenoga ugljena, a to dotječe, da se dovoljno ugriju ne samo prostorije u kućah, nego da su i iste ulice toplije, te se snieg zimi, čim padne, odmah i otopi.

Med raznolikimi primjesami, koje vrela sa sobom donose na zemaljsko površje, potječu najobičnije od onih naslaga, koje sastavljaju zemaljsku koru. Imenito se nalazi vapnenac gotovo u svih vrelih kao sadra, a još češće kao ugljično-kiselo vapno. Voda svojom ugljičnom kiselinom raztvara i izvlači iz kamenja, koje protječe, vapnene

čestice, te ih, kad se na površju izparuje, staloži. Na taj način nastaju razne vapnene tvorine kao vapneni mačak i vapnena siga oko vrela, stalaktiti u špiljah i t. d. Gotovo svuda na zemlji ima vrela, koja predmete, kad ih zaronimo, prevuku vapnenom kožicom. Mnoga su takova vrela na daleko poznata. Ovamo ide Karlsbadsko vrelo, Saint-Allyre kod Clermonta u Auvergni, od starine na glasu okamenjujuća vrela kod Tivolia i San Filipa u Toskani, zatim Hammam el Meskutin (kupala prokletih) u Algiru te veličanstvena i krasna vrela kod Hieropolisa, staroga jonskoga grada u Maloj Aziji. Kako se naglo staloži vapno kod tih posljednih vrela, budi nam dokazom, što pripovieda Vitruv, da tamošnji žitelji željni, ograditi svoj posjed, napuste samo na medjah vode iz tih vrela, pak imadu za godinu dana gotovo zidove.

Kremenikova kiselina, kao sastojni dio naše zemlje još znamenitija nego li vapno, staloži se takodjer na rubu vrela. Jedino topla vrela naime raztvaraju na svojih podzemskih putovih tu kiselinu, koja se onda staloži, čim dodje voda na zemaljsko površje. Med kremenimi vreli najpoznatiji su gejzeri Islandski, kojih je vrijuća voda oko vrelišta naslagala više metara visoke kremene pjene. Pošto su Islandski kao i drugi gejzeri već obširnije opisani u Kišpatićevoj geologiji, koja je god. 1880. izašla nakladom „Matice Hrvatske“, za to ne ćemo ovdje o njih obširnije govoriti.

Med rudnimi primjesami, koje se nalaze u mnogih vrelih, za kućanstvo je najznamenitija kuhinjska ili obična sol. Budući da ova spada med soli, koje se u vodi najlaglje raztvaraju, to ju sve vodene žile, koje protječu slane slojeve, upijaju. Jaka su vrela kadkada tako njom zasićena, da se iz njih dobiva na godinu na stotinu hiljada centi soli. Vrela Halleinska na sjevernom obronku Salzburžkih Alpa davaju 140.000 centi kuhinjske soli a iz Hallskih solnih vrela, koja su već upotrebljivali u 8 stolj. po Is. stari Slovjeni, vade još i sada na godinu do 180.000 centi soli. Artežkim zdencem kod Mindena dobiva se svake godine toliko soli, da bi se od nje mogla načiniti 24 met. visoka kocka. Gotovo u svih državah ima mnogo solnih vrela, a kolika se nalaze u raznih pustinjah, kojih niti nitko ne upotrebljuju. Iz solnih se vrela medjutim ne vadi samo kuhinjska sol, nego ona mnogo rabe kao ljekovita vrela. Ostala vrela, koja su zbog svojih rudnih primjesa znamenita kao ljekovita vrela, razlikujemo prema njihovim raznim sastavinam na željezna, sumporna, jodna i mn. dr. vrela i na kiselice ili slatine. Mnogo med timi vreli sadržaje manje ili više raznih plinova, imenito ugljične kiseline. Premda se obilje plinova u vrelih

mienja prema toploti i tlaku zraka, to je ipak ponajviše lučbeni sastav rudnih voda tako stalan, da se može upotrebiti kano liek za stanovite bolesti, premda nije još znanost u svih tih pitanjih posve na čistu. Na hiljade ljudi traži svake godine lieka kod rudnih vrela, koja na taj način upoznavaju ljude sa ljepotom prirode, otvarajuć im najveličanstvenije i najdražestnije priedjele. Najljekovitija i najbolje polažena rudna vrela i kupala nalaze se bud na podnožju gorja, bud u njihovih dolinah. U Evropi je imenito Pirenejsko gorje vanredno bogato rudnimi vreli i to sumpornimi, željeznimi, solnimi i slatinami. Po izvještaju inžinira François-a ima na Francuzkoj strani Pireneja 550 rudnih vrela, med kojimi 186 rabi za liečenje, a ostala su i slabo poznata. Vrela Graus d' Olette prava su rudna rieka, podavajuć svake sekunde preko 20 litara vode, koja se napokon gubi u jakom gorskom potoku Têt miešajuć svoje pjenaste su valove sa ledenom plazurskom vodom te rieke.

Ima vulkanskih a i drugih priedjela, u kojih su gotovo sva vrela topla i rudna. U takovih je krajevih bistra, hladna voda velika riedkost i najdragocjenije blago. Takav je n. pr. kraj najveći dio Utahske vispoljane u Americi. Tamo izviru mnogobrojna topla vrela, od kojih jedno upotrebljuju Mormonci za krštenje svojih novovjeraca. Sva hladna vrela u onom kraju zasićena su solju i vapnom. Jedino u proljeće, kad se snieg otaplja, čista su i bistra i hladna vrela; ljeti pak malo da ne presuše, te imadu vrlo nepovoljni tek od soli i vapna. Po izvješću putopisca Palgraveau pokrajini Hasa u Arabiji sva vrela topla.

Budući da voda sve spomenute rudne čestice s kamenja odvodi, mora naravno da nastanu šupljine u unutrašnjosti zemlje. Tečajem stoljeća raztvore se čitave naslage, te pošto manje ili više lučbeno promienjene dodju na površje, razšire se po zemaljskom tlu. Topla vrela Bathska u Englezkoj, koja niesu previše bogata rudnimi primjesami, za godinu dana toliko donose na površje sumporno kisele vapnenjače, natrona, kuhinjske soli i klorova magnesija, da ta čitava masa iznosi 423 kub. metra. Nadalje je proračunano, da vrelo sv. Lovrinca jedno jedino med Leuk-vreli u Wallisu dovodi na zemaljsko površje na godinu 4 milijuna klgr. ili 1620 kub. met. sadre, što je dovoljno, da se snizi u jednom stoljeću preko 16 dc. sloj sadre, koja zaprema površinu prostranu 1 četv. kilometar. Pomislimo li pak na tisuće vrela, koja nebrojena tisućljeća iz tla ključaju, pojmit ćemo lako, kako su znamenita vrela za preobrazbu zemaljskoga površja. Malo po malo mora da se masa gorja smanji, a bez sumnje mogu nastati

i potresi, kad se gorja lome i ruše poradi šupljina, što ih je voda izdubla.

Na mnogih mjestih ne dolaze izvori do zemaljskoga površja, već se podzemskimi kanali izljevaju neposredno u more. Gotovo svuda na obalah, osobito pak u blizini vapnenih obala, pritječu pritoci podzemno moru, od kojih su gdjekoji gotove rieke. Po Reclus-u mnoga vrela u departementu Rodanovih ušća izviru na morskom dnu, manje više udaljena od obale. Jedno od tih vrela Port Miou kod Cassisa jaka je rieka na morskom površju. Kod Saint Nazaires-a, Ciotata, Cannesa, San Rema kao i kod Spezije ključaju takodjer čitave rieke sladke vode posred morske vode, pa se pače pokušalo izmjeriti njihovo obilje. Francuzki geolog Villeneuve-Flayosc cieni množinu vode, koja pritječe podzemskimi pritoci med Nizzom i Genuom Sredozemskomu moru, na 19 kub. met. svake sekunde. Njeka podmorska vrela na Provensalskoj i Ligurskoj obali izviru u znatnih dubljinah. Vrelo kod Canesa izvire 162 m. duboko izpod lica morskoga, kod San Rema 291 m. duboko, a 6 km. glavini Saint Martin na jugu med Monakom i Mentonom izvire po mnienju njekih potok sladke vode u dubljini od 700 met.

Na obalah Istarskih, Hrvatskih i Dalmatinskih ima takodjer mnogo podzemskih rieka. Sladka vrela Jadranskoga mora dolaze najviše sa susjednih gora; izviru na dnu morskom, te ih ima mnogo osobito u Riečkom zaljevu. — S obilnimi sladkimi vreli, koja izviru posred mora na jugu luci Batabano na Kubanskoj obali upoznao je sviet Humboldt; on je ujedno opazio, kako morske krave, koje ne vole slane vode, mnogo na to mjesto dolaze. Crveno more napokon, koje u cielom obsegu ne prima nijedne stalne rieke sa kopna, dobiva više pritoka, koji izviru na morskom dnu. Najobilnije podmorske rieke prima more bez sumnje od šupljega tla na južnoj obali sjevernoameričkih zadružnih država. Kod ušća St. Johnsa prska podmorsko vrelo posve čistu vodu 1—2 metra visoko nad morskim površjem. Duž obala obiju Karolina i Floride opažalo se, da se slana morska voda s toga, što su podzemski potoci naglo nabujali, pretvorila u brakičnu (poluslanu) vodu. Mjeseca siečnja g. 1857. bijaše cielo more na jugu Floridi pozorištem jake provale sladkih voda. Žute kalne rieke križale su se morskim tiesnom, poginule morske ribe plivale su na hiljade po površju, te ih je voda bacala i na kopno. Pače je i posred mora bila morska voda manje slana nego obično, pa su na njekih mjestih grabili mornari vodu za pilo iz mora, kao iz kakove rieke. Oni, koji su promatrali tu čudnovatu

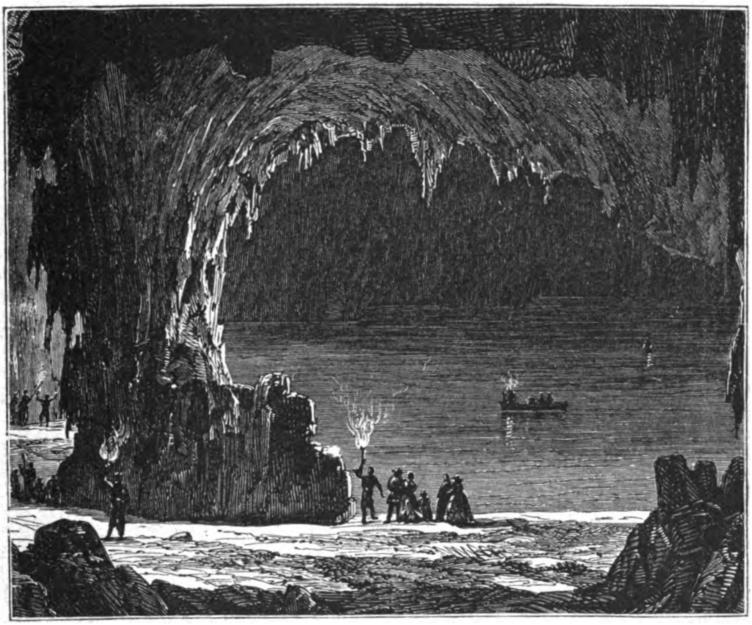
poplavu podmorske rieke, tvrde, da je ona tiekom jednoga mjeseca dala barem isto toliko vode kao Misisipi, te da se širila po cieloj 50 km. širokoj morskoj uzini, koja otok Key razstavlja od Floride.

Tiek podzemskih vodenih žila često naviešta prije, nego li dodju na zemaljsko površje, čitav niz zjala ili naravnih zdenaca. Svodovi naime špilja i kanala na zemlji niesu uviek tako jaki, da bi mogli podnieti nad sobom težinu kamenih masa, s toga se često prelome i sruše zajedno sa slojevi, koji su nad njima. Ruševine takovih proloma po malo odnosi voda, ili ih njezina ugljična kiselina po malo raztvara, te ih s vremenom nestaje. Poradi toga nad podzemskimi vodenimi putovi nastaju one šupljine ili ždriela, nalična na lievke ili rovove, koji se gotovo u svakoj zemlji posebnim imenom zovu n. pr. na Jamaici i u sjevernoj Americi „sinks“, u Grčkoj „katavotra“, u Juri „pots“, u južnoj Francuzkoj mnogimi imeni a najviše „embues“ i „goules“. Kod nas zovu takove ponore ili kotlinaste ponikve s v r t c i ili v r t a č a m i, a Slovenci ih zovu dolinami, dolovi ili jamami. Kroz te naravne rovove može se doći do podzemskih rieka i osvjedočiti, da su posve nalične na potoke i rieke, što teku na zemaljskom površju. One imadu svoje zavoje, slapove i otoke; one takodjer na njekih mjestih izdubu i izplavljuju svoje korito, dok ga opet na drugom mjestu naplave; u njih takodjer voda sad raste, sad opet pada.

Kad si voda u šupljih zemljskih dubljinah nove putove nadje, osuše stari kanali, te su s početka bolje pristupni, nego li su prije bili, dok je njimi voda protjecala; ali naskoro počinje u takvih šupljinah nova djelatnost prirodnih sila, potječući od oborine, koja polagano prokapljuje kroz gornje slojeve. Prodirući kroz vapneno kamenje raztvara svaka tih kaplja svojom ugljičnom kiselinom stanovitu množinu vapna, te pomiešana sa vapnom kaplje u pećine i špilje. Tu se voda opet izhlapi, a raztvoreno se vapno staloži tvoreći bielu i svietlu sigu. Takove se tvorbe sige zovu s t a l a k t i t i. Voda, što kaplje sa stalaktita na dno špilje, nije se još posve riešila vapnenih čestica. S toga raste siga po malo od dna prema svodu, nalična na stup ili čunj, koji je prema svodu sve tanji. Ove tvorbe zovu se s t a l a g m i t i. Spušta li se voda sa strane po stienah, to se zove takva siga draperijom. R e c l u s piše: „Tko ne pozna čarobni nakit, koji stvara neprestano kroz stiene prokapljujuća voda u mnogih špiljah? Doista, ne ima ništa ljepšega, nego li su takove podzemske špilje, u kojih bjelkasti stupovi i lukovi na svodovih kao i neobični kupovi stalagmita nalični na kipove nježnom koprenom zastrte, niesu još pocrnili

od dima bakalja! Dakako da te stalaktitne špilje zadrže svoju prvobitnu ljepotu jedino dotle, dok ne podlegnu ljudskoj znatiželjnosti, a žaliboże ima vrlo mnogo obožavatelja njihovih krasota i dražesti, koji narav oskvrnjuju pod izlikom, da ju ljube."

Neprieči li ništa djelovanje vode, rastu rezice, stupovi i neobične sigaste tvorine svake vrsti neprestano tako pravilno i uredno, da nam kadkada svaka nova vapnena naslaga označuje vrieme, za kojega je tekuća voda ostavila špilju. Napokon se posve sastanu stalaktiti rastući prema dolje sa stalagmiti, koji se dižu u vis, te razstavljaju



Sl. 41. Mamutova špilja u Kentuckiu (mrtvo more).

špilju na mnogo manjih prostorija. I one predmete, koji leže na tlu takvih prostorija, posve pokriju sigaste tvorbe. S toga su gotovo u svih špiljah naišli geolozi na ostatke životinja pače i ljudi, koji su prije tamo obitavali. God. 1816. našla se u Postojnskoj špilji čovječja okostnica, bez sumnje od čovjeka, koji je ondje zabludio; bila je posve omotana kamenitim bielim plaštem. Te kosti počivaju već mnoge godine u sigastoj masi, koja se sve više nagomiljuje, pak će se naskoro ta pokrajna špilja stalaktiti posve napuniti, ter će je nestati. Isto će tako po pripoviedanju Perrotovom kosti onih 300 Kre-

ćana, koje su Turci g. 1822. u špilji Melidonskoj dimom zadušili, za kratko vrieme siga posve zasuti.

Najzanimljivije med svimi vapnenimi zemljami Evrope zbog svojih špilja, podzemskih rieka i ponikava jesu bez dvojbe Kraške zemlje i to Kranjska, Istra, južna Hrvatska i Dalmacja. Čitavo je površje u tih priedjelih, kao što na njekih vispoljanah u Francuzkom Jura gorju, probušeno dubokimi uvalami, na kojih se dnu oborina kao u kakvom vrtlogu gubi. Mnoge su gore u tih stranah poput spužve šupljinami, špiljami i podzemskimi hodnici prevučene, te se na njihovih strmih stienah opažaju bud svodovita vrata, bud neobična oblika ponori bez dna i zjala. Na drugih se opet mjestih vidi, kako ključaju jaka vrela bud iz špilja, bud pako na podnožju brežuljaka med pećinjem i stienjem, koje je jedno preko drugoga naslagano, te tvore potoke, koji zatim kroz pukotine tla, kao kroz kakvo rešeto propadaju. Svuda na tih vispoljanah, bile one gole ili pak šumom obrasle, ima vrtača i ponora, koji su u savezu sa podzemskimi kanali. Do sada se još dosta slabo poznaju ti „labirinti kraškoga gorja", premda se u novije vrieme mnogo izpituju. Med najljepše špilje broji se Postojnska špilja u susjednoj Kranjskoj i to zbog svoje veličine, zbog raznolikih vrlo krasnih sigastih tvorba i zbog jakoga potoka, koji ju protječe. Drugom zgodom opisat ćemo obširnije tu špilju. Najveća poznata špilja na zemlji je tako zvana mamutova špilja u Kentuckiu. (Izporedi s. 41. i 42.) Kako je ta špilja svojimi jezeri i riekami i mnogobrojnimi galerijami, koje su jedna nad drugom, te se mnogostručno križaju, mali podzemski sviet za se, nije još svestrano izpitana. U predpovjestno doba služila je mamutova špilja kao mnoge poznate špilje u Francuzkoj i Belgiji divljim narodom kao utočište, jer se i u njoj našlo čovječjih okostnica nepoznatoga plemena.

Špilje su osobito za geologiju vrlo znamenite. Prostirući se ilovačom ili pokrite vapnenom korom, tvrdom kao kamen, sačuvaše one drevne čovječje i životinjske ostatke, po kojih mogu učenjaci proučavati prošlost i razvoj zemaljske kore. Prirodoznanci, koji takove špilje iztražuju i proučavaju, prodiru malo po malo u daleku prošlost; pred njihovim očima otvara se predpovjestni život zemlje, kojemu bijahu špilje niemi svjedoci a o kojem ne zna dan danas ništa niti pjesma niti priča. Za primjer ćemo navesti, što se sve pronašlo iztraživanjem Viktorijine špilje kod Settla u Yorkshiru. Ta je špilja slučajno, kao i mnoge druge, odkrivena i to od Jacksona g. 1838. Unutra se našlo na razvaljenom tlu rimskoga posudja i novca iz vremena Trajanova i Konstantinova. Ta je dakle špilja slu-

žila u 3. i 4. stoljeću po Is. ljudem za prebivalište. Znanstvenim se iztraživanjem ustanovilo, da ima u toj špilji mnogo okostnica životinja, koje su služile žiteljem za hranu. Naišlo se na okostnice koza, svinja i konja a riedke su okostnice jelena i srna. Po svoj prilici bijahu njekadašnji žitelji pastiri. Nadalje se našlo raznih nakita, koji po svom slogu i izradbi spadaju u 5. stoljeće po Isusu. Svakako je čudnovato i neobično, da su ti umjetnički proizvodi zabludili u špilje. Po svoj prilici tražili su odlični i imućni ljudi zaklona u špiljah, kamo su ponieli sa sobom svoje dragocienosti. U istinu

Sl. 42. Mamutova špilja (Styx rieka).

poviest svjedoči, kako su Briti na početku 5. stolj. po Is. iza odlazka Rimskih legija bježali u šume, pećine i špilje pred Pikti i Skoti, te su tek kašnje te barbare protjerali iz svoje zemlje. Medjutim već mnogo prije spomenutih Brita stanovahu ljudi u toj špilji. Za 1·8 m. izpod površja, na kojem su bili spomenuti predmeti, našla se na čvrstom glinenom tlu ostrvina od kosti, nakita od kosti, ugljena, kremena kao i smrvljenih kosti sivoga medvjeda, jelena, konja i goveda. Nad najgornjimi kulturnimi ostatci, koji su stari oko 1200 godina, naslagalo se razvalina i ruševina do 0·6 m. visoko, pak

ako smo po tom voljni mjeriti i dolnje naslage, to bi najdublji kulturni sloj bio star po prilici oko 5000 god. Pod tim slojem nalazi se naslaga čvrste gline, pod kojom se našla na ulazu špilje u dubljini od 15 met. crvenkasta glinena zemlja, debela do jednoga metra, počivajući na balvanih vapnenca, med kojim je prostor bio izpunjen glinom i krupnim pieskom. U glinenoj zemlji našlo se mnogo ostataka hijene, nosoroga vunaste dlake, mamuta, soba, špiljnoga medvjeda itd., a uza to i čovječjih kosti okamenjenih, kao što su i životinjski ostatci.

Koliko je vremena prošlo, dok su još hijene i medvjedi stanovali u špiljah a vunasti nosorog lutao po susjednih šumah, ne zna se. Svakako je to doba tako daleko, da se tek kasnije Englezka odielila od Evropskoga kopna, zima se znatno ublažila, a čovjek, za onda još divlji sa strelicom i lukom naoružan i kožom zagrnut u vječnoj borbi za svoj život s ogromnimi životinjami prasvieta, podigao se do današnje kulturne visine.

XVIII.

Rieke.

Vode tekućice. — Velerieke, rieke, potoci. — Glavne rieke. — Misisipi-Misouri. — Reclus o glavnih riekah. — Vodomedja i razdvajanje rieka. — Priegled rieka po dužini tieka. — Rieke po množini vode. — Amazonka. — Koliko vode donose pojedine rieke moru. — Rieke u tropskom pojasu. — Poplave Evropskih rieka sve su češće. — Djelovanje rieka u gornjem tieku. — Preobrazbe tla u gornjem tieku rieka. — Slapovi. — Niagarski slap. — Srednji tiek rieka. — Cañoni Kolorada. — Dolnji tiek rieka. — Ušća. — Delte (raztoci) i njihov postanak. — Spajanje delta. — Neke delte rastu, druge se smanjuju. — Baerov zakon. — Buduće promjene zemaljskoga površja djelovanjem vode tekućice. — Znamenitost rieka njekoć i danas.

1.

Voda tekućica, koja iz vrela izvire, te kao potočić, potok, zatim kao rieka i velerieka kopnom teče, otvarala je od vajkada ljudem unutrašnje krajeve kopna. Još i dan danas, kao i prije tisuća godina, kažu rieke putove, koje mora da svaki uoči, koji kani poći u nepoznate zemlje. Ceste, koje su rieke izduble, ne dadu se razoriti ni uništiti; one prkose ter dulje živu, nego li mnogi narodi. Bez odmora teče potok, neprekidno struji rieka k moru; tisućljeća ne mogu izcrpsti vrutke, iz kojih voda iztječe, pak niti vrieme ne može izsušiti one srebrne niti, koja se s pećina k nizini spušta. Rieke, s kojimi su skopčani prvi spomeni čovječanstva, još i danas obstoje; Eufrat i Tigris još i danas kao njekoć teku u Perzijski zaljev, a Nil nosi neprestano svoju kalnu vodu u Sredozemsko more, upravo tako kao što malo Kastalsko vrelo još i danas izvire na podnožju Parnasa. Tako dakle dopiru rieke daleko preko povjestne prošlosti ljudskoga roda u pradoba zemlje, pače za njeke se rieke čini vjerovatnim, da su obstojale pred mnogo i mnogo tisuća godina. Pa ipak su sve današnje rieke u razvitku naše zemlje tako rekuć od jučer. One spadaju med mladje tvorbe našega planeta, te su dielom stisnuti i stegnuti ostatci njekadašnjih svojih mnogo većih predšast-

nica. Neizmjernu vodu i jakost njekadašnjih rieka možemo si donjekle predstaviti, kad pogledamo na razdalekih gorskih obroncih, visoko nad današnjim morskim licem, ogromne gomile mulja i kršnoga kamenja, koje su one nanosile.

Voda tekućica obično se dieli na potoke, rieke i velerieke. Med riekami i veleriekami ne ima tačne razlike. U obće zove se veleriekom ona rieka, koja se svojom dužinom, širinom i dubljinom kao i množinom vode odlikuje i koja već velike ladje i parobrode nosi, kao n. pr. Dunav, dok su ostale tekućice rieke, kao n. pr. Sava i Drava, pritoci Dunava, ili pak potoci kao n. pr. Krapina i Orljava, pritoci Save. Rieka, koja druge u se prima, zove se glavna rieka, a one, koje prima, zovu se pritoci. U vrlo razgranjenom poriečju dosta je težko pronaći glavnu rieku. A po čem da ju prepoznamo? Da li po obilju vode? Po tom bi Dunav bio pritok Inna, Rajna pritok Aare, Laba pritok Vltave, Seina pritok Jonne itd. Ili da nazovemo glavnu rieku po duljini tieka? Tada bi se Rodan morao zvati Doubs-om, Misisipi Misourijem itd. Napokon da označimo glavnu rieku prema sastavu tla i prema tomu, kako i koje se rieke smjer mienja, kad se dvie rieke sastanu, držali bi, da se Dunav izljeva u Dravu a s njom zajedno u Savu. Nije medjutim znanost već predaja dala imena riekam. Predaja pak kod toga sliedi mitologijski spomen ili dogadjaje iz poviesti naseoba i osvajanja, ili se napokon obazire na poljodjelstvo i na brodarstvo. Ipak ima uza sve to rieka, koje se nepravom zovu glavnimi riekami. To se može naročito reći o rieci Misisipiju. Njekoliko desetaka kilometara naime nad St. Louis-om vidi se bistri i zelenkaste boje Misisipi, kako sa sjevera dolazi, dok sa zapadne strane pritječe mnogo jači, kalni Misouri. Ne utječe, kao što piše Hesse-Wartegg, skromno i tihano Misouri u Misisipi, već navaljuje na nj sa strane strašno, silovito. Misisipi se doduše još njekoliko kilometara bori proti Misouriju, ali sve zahman. Njegove bistre vode po malo nestaje u silnom kalu Misourija; napokon Misisipija više ne ima, ostalo je samo njegovo ime. Zemljopisac se mora u takovom slučaju držati toga, kako zove narod spojene rieke i koju drži glavnom. Kod neuljudjenih naroda vrlo je to težko s toga, što oni nazivlju pojedine dielove rieka posebnimi imeni, koja obično znače „vodu“ ili „veliku vodu“ ili samo „rieku“. Amazonku zovu u Južnoj Americi Parana-açu t. j. velika rieka; uza to se čuje Parana t. j. rieka; napokon ju njeki zovu Parana-hiba t. j. rieka, koja oponaša Paranu. U imenih Don, Donec, Dunav znači prva slovka vodu ili rieku kao i Takazé, Sari, Uëlle itd.

Reclus vrlo dobro upućuje, kako nije vriedno svuda posve tačno izpitivati, da li je glavna rieka, t. j. ona, po kojoj se zove čitavo poriečje, u istinu najznamenitija po položaju, tieku i smjeru. On kaže: „U istinu je velerieka proizvod sviju rieka i potoka, koji se sastaju iz cieloga poriečja. Ona nastaje od vodenih kapi, koje prodiru u tlo, nakvašeno oborinom. Ona se neprestano pomladjuje uz pripomoć svih svojih pritoka. Čitavo poriečje čini dakle velerieku, a ne ovaj ili onaj pritok. Misouri, Ohio, Red River nastoje upravo tako kao što i Misisipi, da što više zamulje Mexički zaljev. Tapajoz, Rio Negro i Madeira valjaju svoje valove upravo tako kao što i Solimoes u prostrani zaton Amazonkinoga ušća i kao što dobro kažu mornari na Biskajskom zaljevu, „oba mora“, naime more Garone i Dordogne spajaju svoje vode ter tvore „more“ Girondino. Sa načeli zemljopisa se najbolje podudara, kad se ime glavne rieke složi iz imena njezinih najjačih pritoka. Ovamo spada n. pr. ime rieke Somme-Soude, i gorske rieke Gironde (Gyr i Onde) u visokih Alpah i osobito ime Virginijske rieke Matapony (Mat, Ta, Po, Ny). Sve vode njekoga poriečja mogu se sa granami i grančicami ogromnoga drveta prispodobiti. Rajna i Misisipi opominju nas veličanstvenošću i pravokutnim razporedom svojih pritoka na veliki hrast. Nil sa svojim dugim u doljnom tieku doduše bez grana, nu poput kišobrana razgranjenim stablom, naliči donjekle na paomu u oazi. Dakako da takove prispodobe ne imaju za znanost nikakove vriednosti, ali im se uza sve to ne može nikako oteti zemljopisac kao niti umjetnik.

Prema osebujnostim pojedinih rieka razlikujemo oceanske rieke, koje se neposredno u more izljevaju i kopnene ili unutrašnje rieke, koje ne utječu neposredno u more, već u jezera bez odtoka, ili zbog žarine presuše u piesku (stepne rieke). Nijedna rieka na zemlji ne teče od izvora do svoga ušća najkraćim putem, već pravi na svom krivudastom putu veće ili manje zavoje, koji brodare do očajnosti muče. Medja med poriečji ili med pomorji zove se vodomedja i sastoji obično od gora, a rjedje čine vodomedju i ravnice. Kadkada se opaža, da su dva susjedna poriečja kakovim prirodnim kanalom tako u savezu, da voda jedne iste rieke odtječe na razne strane i u razna mora. Najveličanstveniji primjer takova razdvajanja rieka (bifurkacije) vidimo u Južnoj Americi, gdje se iz poriečja Orinoka veliki rukav Kasikiare u gornjem tieku odvaja i teče u Rio Negro, pritok Amazonke. U Evropi se bifurkacija opaža u mnogo manjoj mjeri. Na Balkanskom poluotoku i to na Kosovu polju n. pr. razdvaja se rieka Neredimka šiljući svoj lievi potok u Sitnicu, dotično

u Crno more a desni u Lepenac, pritok Vardara, u Egejsko more. Bifurkacija se tačnije proučava tek od prošloga stoljeća, a imenito su došle na glas bifurkacije velikih rieka putovanji Humboldta i Bonplanda. Po mnienju strukovnjaka imala je njekoć Italija zanimljivu bifurkaciju. Bez sumnje se razstavljala za Rimljana, pače još u početku srednjega vieka, rieka Arno na dva rukava, od kojih je jedan izravno u more hrlio, dok je drugi na jugu protjecao Chiana kanal, te se napokon izljevao u Pagliu, pritok Tibera. U močvarnih priedjelih ima na više mjestâ pojava sličnih bifurkaciji. Tako su n. pr. močvare kod Pinska u Voliniji izvorom raznim pritokom Visle i Dnjepra. U proljeće i u jesen spajaju kadkada mnoga jezera i močvare Kaspijsko, Azovsko i Crno more. Za jakih kiša spojena su po njekoliko dana dva najveća poriečja Sjeverne Amerike Sv. Lovrinac i Misisipi.

Približno se dobije objam njekoga poriečja, ako se spoje svi izvori upravnimi crtami. Prema dužini glavne rieke i njezinih pritoka površina je poriečja vrlo različna. Najveće poriečje ima Amazonka; ona zaprema do 60.000□ Myr. Poriečje Misisipija je tek za polovicu toliko. Dakako da brojevi o veličini pojedinih poriečja niesu do jedinice posve tačni, već su samo približni, te će s vremenom to tačniji biti, što će se pojedini priedjeli bolje izpitati i proučiti i kartografijski snimiti. Isto je tako pogledom na duljinu i razvitak, jer niesu još tačno niti Evropske rieke izpitane. Tako se n. pr. razilaze brojevi glede duljine Volge med 3210 km. i 3780 km. Dužina Rajne mjeri polag njekih 1130 km. polag drugih 1220 pače 1400 km.; dužina Rodana 820—1000 km.; pače glede duljine Themse, koja je tako znamenita, a uz to kratkoga tieka, niesu posve suglasni podatci.

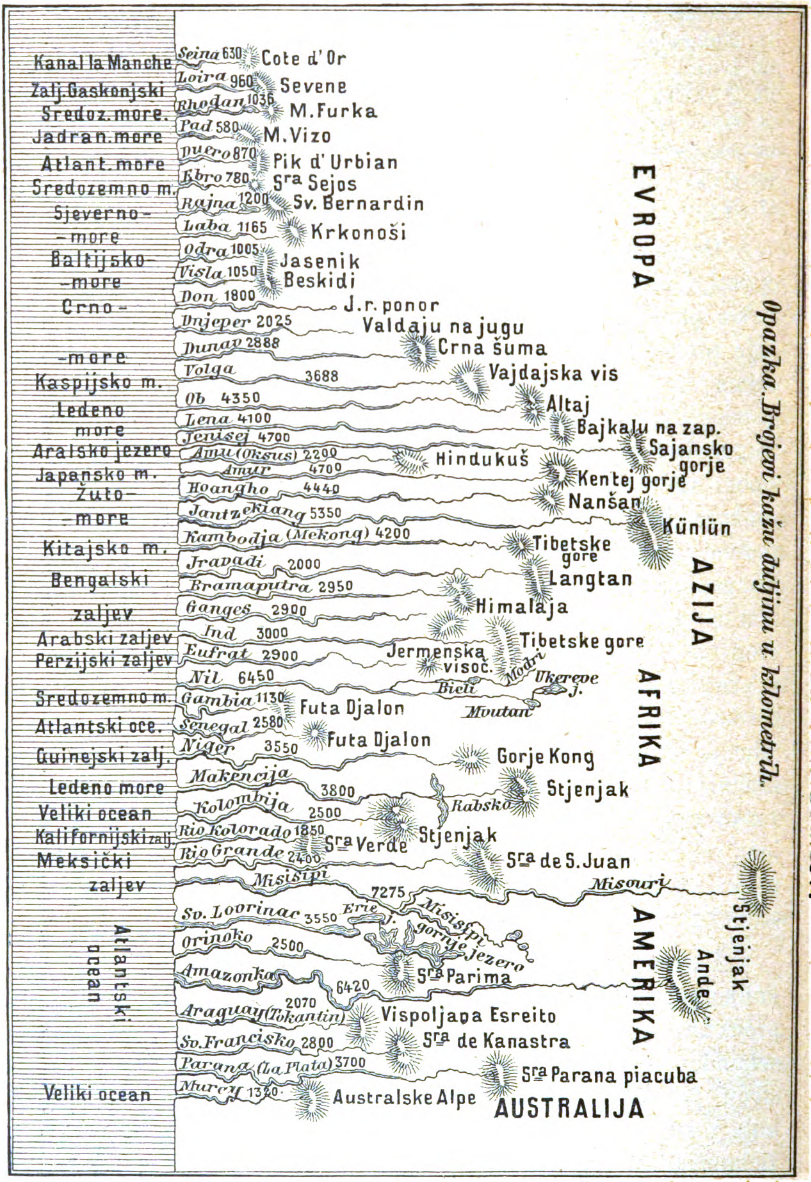
Dužina njekih znatnijih rieka (Izporedi sl. 43.).

1.	Misisipi-Misouri	7275 km.	14.	Sv. Lovrinac	3550 km.
2.	Nil	6450 „	15.	Niger	3550 „
3.	Amazonka	6420 „	16.	Makencije	3300 „
4.	Jangtsekiang	5350 „	17.	Zambezi	3150 „
5.	Jenisej	4700 „	18.	Ind	3000 „
6.	Amur	4700 „	19.	Brahmaputra	2950 „
7.	Hoangho	4440 „	20.	Eufrat	2900 „
8.	Ob	4350 „	21.	Ganges	2900 „
9.	Mekhong	4200 „	22.	Dunav	2888 „
10.	Lena	4100 „	23.	San Francisko	2800 „
11.	La Plata	3700 „	24.	Orinoko	2500 „
12.	Volga	3688 „	25.	Rio Grande del Norte	2400 „
13.	Kongo	3600 „	26.	Murray	2320 „

27. Amu Darja	2200 km.	38. Laba	1165 km.
28. Araguay	2070 „	39. Zap. Dvina	1090 „
29. Dnjepar	2025 „	40. Visla	1050 „
30. Iravadi	2000 „	41. Rhodan	1036 „
31. Kolorado	1850 „	42. Odra	1005 „
32. Don	1800 „	43. Loire	960 „
33. Pečora	1800 „	44. Tajo	905 „
34. Sjev. Dvina	1620 „	45. Duero	870 „
35. Senegal	1580 „	46. Ebro	780 „
36. Ural	1530 „	47. Seina	630 „
37. Rajna	1200 „	48. Pad	580 „

Drugo je, kanimo li po obilju vode, a ne po dubljini tieka dosudjivati riekam prvenstvo. Množina se vode ne podudara jedino s ogromnošću poriečja, već ovisi mnogo o množini oborine u onih priedjelih, koje protječe glavna rieka sa svojimi pritoci. Tako n. pr. Misisipi prima iz poriečja, koje je još jedanput toliko kao poriečje Kongovo, jedva jednu trećinu vode Kongove. To je dakako s toga, što Kongo leži najvećim dielom u području stalnih tropskih kiša. Množinom vode ne ima rieke na zemlji, koja bi se mogla mjeriti s Amazonkom, koja po osnovanom računu sama po prilici $^1/_4$ sve sladke vode na zemlji moru donosi. Donjekle se u tom pogledu približuje Kongo, premda zaostaje za Amazonkom za jednu trećinu vode. Po tom je Amazonka najveličanstvenija velerieka na zemlji, te naliči u svom dolnjem tieku na veliko sladko more. Sve je orijaško na toj velerieci. Ona je na njekih mjestih duboka preko 100 met. a najveći brodovi mogu ploviti uz tu rieku od ušća do 4000 km. daleko. Gdjegdje je ta rieka tako široka, da se ne vidi suprotna obala, već se pričinja, da u neizmjernoj daljini obzor počiva nad vodom. Amazonka prima do 1000, pritoka od kojih njeki daleko nadmašuju svojom veličinom Dunav i Rajnu. Nije čudo, što žitelji njezinih obala misle, da Amazonka obljeva cieli sviet, te da svi stanovnici obitavaju na njezinih obalah.

Razumieva se, da je kod takovih orijaških rieka težko izmjeriti, koliko poprieko sladke vode donose moru. Po prilici se to može samo procieniti, ako i nije posve istinito. Tako se drži, da Amazonka svake sekunde do 80.000 kub. metara vode donosi oceanu. Za velike vode struji po računu Avé-Lallememta svake sekunde do 250.000 kub. metara vode u Atlantski ocean iz Amazonke. Kongo, po računu Behmovu, donosi svake sekunde oceanu oko 54.000 kub. met. vode. Za njim sliedi Jangtsekiang „sin mora“, koji po priričju Kitajskom struji „bez dna kao ocean.“ O toj rieci ne imamo poda-


PRIEGLED NAJDALJIH RIEKA NA ZEMLJI.
Opazka. Brojevi kažu duljinu u kilometrih.
EVROPA
AZIJA
AFRIKA
AMERIKA
AUSTRALIJA
Kanal la Manche
Seina 630
Cote d'Or
Zalj. Gaskonjski
Loira 960
Sevene
Sredoz. more.
Rhodan 1036
M. Furka
Jadran. more
Pad 580
M. Vizo
Atlant. more
Duero 870
Pik d'Urbian
Sredozemno m.
Ebro 780
Sra Sejos
Sjeverno-more
Rajna 1200
Sv. Bernardin
Laba 1165
Krkonoši
Baltijsko-more
Odra 1005
Jasenik
Visla 1050
Beskidi
Crno-more
Don 1800
J. r. ponor
Dnjeper 2025
Valdaju na jugu
Dunav 2888
Crna šuma
Kaspijsko m.
Volga 3688
Vajdajska vis
Ledeno more
Ob 4350
Altaj
Lena 4100
Bajkalu na zap.
Jenisej 4700
Sajansko gorje
Aralsko jezero
Amu (Oksus) 2200
Hindukuš
Japansko m.
Amur 4700
Kentej gorje
Žuto-more
Hoangho 4440
Nanšan
Jantzekiang 5350
Künlün
Kitajsko m.
Kambodja (Mekong) 4200
Tibetske gore
Bengalski zaljev
Iravadi 2000
Langtan
Bramaputra 2950
Ganges 2900
Himalaja
Arabski zaljev
Ind 3000
Tibetske gore
Perzijski zaljev
Eufrat 2900
Jermenska visoč.
Sredozemno m.
Nil 6450
Modri
Bieli
Ukereve j.
Moutan
Gambia 1130
Futa Djalon
Atlantski oce.
Senegal 2580
Futa Djalon
Guinejski zalj.
Niger 3550
Gorje Kong
Ledeno more
Makencija 3800
Stjenjak
Veliki ocean
Kolombija 2500
Rabsko
Kalifornijski zalj.
Rio Kolorado 1850
Stjenjak
Meksički zaljev
Rio Grande 2400
Sra Verde
Sra de S. Juan
Misisipi 7275
Misouri
Stjenjak
Atlantski ocean
Sv. Lovrinac 3550
Erie j.
Misisipi
gornje Jezero
Orinoko 2500
Amazonka 6420
Sra Parima
Ande
Araguay (Tokantin) 2070
Vispoljapa Esreito
Sv. Francisko 2800
Sra de Kanastra
Parana (La Plata) 3700
Sra Parana piacuba
Veliki ocean
Murray 1320
Australske Alpe

Sl. 43.

taka o tom, koliko donosi u sekundi moru vode. Misisipi je nasuprot u tom pogledu dobro izpitan. Polag iztraživanja Humphreya i Abbota donosi on za velike vode 35.000 a za male vode 8500, dakle poprieko 23.000 kub. met. u jednoj sekundi. Jordan je u tom pogledu Nil iztraživao i pronašao, kako valja svake godine kod Esneha sa sobom oko 8500 kub. met. vode. Najmanje iztječe vode u more od ožujka do lipnja 3200, a najviše u rujnu oko 20.200 kub. met. Isto je tako obilna vodom rieka Ganges, dok Brahmaputra po podatcih braće Schlagintveit poprieko nosi za jednu sekundu do 11.000 kub. metara moru vode. Prispodobimo li s timi riekami naše Evropske rieke, dobit ćemo n. pr. za Dunav po Hartleyu, da on poprieČno za sekundu donosi moru vode 9000 kub. met., Rajna kod Emmericha 2000 kub. met., Rodan i Pad po prilici isto toliko, a napokon Loira i Seina samo 500 kub. vode.

Kao što je već spomenuto, mnoge rieke tiekom godine više puta nabujaju, a onda opet spadnu. To ovisi o tom, kada i koliko kiše pada u području one rieke. Pada li kiša, kao u tropskih priedjelih, tačno u stanovito doba godine, onda narastu i rieke čudnovatom pravilnošću u isto vrieme. Kiša pada u tropskom pojasu ondje, gdje je sunce u zenitu; u priedjelih polutniku na sjeveru pada dakle, kad je kod nas ljeto, a polutniku na jugu za naše zime. Prema tomu može se po godišnjem doba, u kojem naraste njeka rieka u vrućem pojasu, zaključiti na položaj izvora i razvitak pritoka. Na taj je način n. pr. Behm već prije Stanleyevih iztraživanja uztvrdio, da Livingstonova rieka Lualaba, pošto naraste za naše zime, ne utječe u Nil niti u Benue-rieku, već da je u savezu sa Kongom (gornji tok Konga).

Med tropskimi riekami, koje redovito narastu, bio je u starom svietu osobito na glasu Nil. Njegove redovite poplave oplodjuju Egipat: od poljana posutih debelom prašinom nastaje sladko more a zatim cvatuća polja. Stari su se zahman mučili, da protumače poplave Nila. Još se i danas u koledaru Koptâ (kršćana u Egiptu) noć od 16. na 17. lipnja označuje kao „noć kaplje“, u kojoj po njekoj prastaroj priči spadne kap vode sa neba, od koje zatim Nil nabuja i 14 dana iza toga poplavi svu zemlju. Bieli Nil izvire iz velikih jezera pod polutnikom, ali poplava Egipta po svjedočanstvu Bakera ne potječe od bieloga Nila, već od modroga Nila i Atbaze, koji izvire na Abesinskoj visočini („Afrička Švicarska“). Još mnogo veličanstvenije, nego li poplave Nila, jesu poplave orijaških rieka novoga svieta. Amazonka je n. pr. narasla najviše mjeseca svibnja po pri-

lici za 20 met.; njezine se vode razliju neizmjerno daleko od korita rieke po nepreglednih šumah; pritoci na mnogo kilometara iznad ušća prestanu teći pak tvore ogromna kopnena jezera. Po svjedočanstvu Avé-Lallememta sve životinje onih krajeva primaju s tih poplava narav dvoživaca. Slični su odnošaji po Humboldtovu opisivanju u ravnicah, koje protječu rieke Arauca, Apura i Payara. Rio de S. Francisko u Braziliji izadje, kad naraste, mnogo kilometara daleko iz korita, tako da brodari sa svojimi brodovi ostave korito, pak plove preko polja i livada u neprestanoj pogibli, da ne nastradaju na brežuljcih, po kojih inače blago pase. Misisipi naraste polovicom siečnja, a po drugi put mjeseca lipnja. Na hiljade kilometara daleko struji Misisipi sred umjetnih nasipa („Levees") te za velike vode plove kadkada parobrodi na višem riečkom površju, nego li su krovovi kuća iza nasipa. Putopisac Hesse-Warteg piše o tom ovako: „Rieka vrlo često raztrga te nasipe kao kakav papir; na to navali neizmjerna voda, te na hiljadu kilometara poplavi zemlju, polja i nasade razori, kuće odnese, a šume izkorieni. Pa ipak se to ne dogadja kao kod Evropskih rieka zbog oluja ili strašnih gorskih bujica; za to je Misisipi prevelik, presilan. On je kao kakav titan, koji samo treba da prstom pritisne i već je probušen najjači nasip. On se ne treba za to napinjati niti mu treba zaleta i navale. Tiho, polagano, veličanstveno narastu njegove vode, a isto tako mirno popušta nasip, da se niti ne opaža nikakav val na strahotnom, bi reć podmuklom površju rieke. Nu onda ne ima spasa žiteljem niti njihovu imanju; jer gdje se Misisipi izlije i poplavi, tu niti bieg ništa ne pomaže".

Kod Alpinskih rieka, koje izviru pod sniežnim velegorskim pojasom, opaža se, da i ljeti obiluju vodom, koja potječe od otopljenoga sniega i leda. Ali odatle ne dolaze nikada poplave, već jedino od prevelike kiše. Tako je n. pr. Rajna kod Basela mjeseca siečnja posve malena, a u proljeće samo malo naraste; u to medjutim upravo vrieme naraste od kiša obično srednja i dolnja Rajna, ter nastaju strašne poplave, za kojih rieka po više dana dostigne popriečnu množinu vode riekâ Gange i Inda. Kako mogu od jakih kiša kadšto i malene rieke narasti, navodi Reclus neobičan primjer. Doux, Erieux i Ardéche malene su tri Francuzke rieke, ter obično teku posve mirno donoseći Rodanu u jednoj sekundi do 20 kub. met. vode. Dne 10. rujna 1857. donesoše ove glavnoj rieci silno množtvo vode do 14.000 kub. metara, dakle više nego li donosi vode moru rieka Ganges ili Eufrat. U dolinah narastoše te rieke za 15—18 metara

preko obične visine, poplaviše polja, razoriše kuće i iztrgoše stabla iz zemlje. Pa i ta poplava nije bila najveća, već je kasnije bilo i većih.

Tačna opažanja pokazala su u novije doba, da su kod većih rieka u Evropskih zemljah učestale velike vode i poplave. Naše uredjene rieke, znamenite žile prometa, nastoje po tom kraj sve pažnje i nadzora, na koji se na milijune forinti troši, da se polagano vrate natrag u svoje predjašnje stanje, kad su sad sve poplavljivale i razarale, sad opet posve se zamuljile. Sve se više dižu opravdane tužbe na preobrazbu tla, koja nastaje od gorskih bujica. Mnoge puste i suhe gudure, u kojih ne ima niti ljeti niti zimi vode, pretvaraju se u proljeću u deruće divlje bujice te uništuju i razaraju ogromne površine najljepših oranica. Slaba je utjeha, što nas opažanja uče, da se popriečna množina riečkih voda nije umanjila. Sa znanstvenoga gledišta svakako je spomenuto opažanje znamenito, ali za promet i obćenje nije tako znatno; mnogo je znatnije, kako je voda podieljena na pojedine mjesece u godini. A s kojih se uzroka naše Evropske rieke tako rekući izradjaju i postaju sve divljijimi? Čini se, da su glavni uzroci odvodjivanje močvara i blata kao i haranje šuma.

2.

Kod većih posve razvijenih rieka razlikujemo, sliedeći Rittera, tri stupnja: gornji, srednji i dolnji tiek rieke. Kod izvora je pad rieke najjači. Pjeneć se i bučeć ruši se gorski potok sa visina, kršje, kamenje i pećinjaste razsuline sa sobom noseći i s toga neprestano sve dublje izplavljujući svoje korito. Pri tom odlučuje više nagli opad, nego li množina vode, s toga gorski potoci jače razdiru i izplavljuju svoja korita, nego li ogromne velerieke, koje polagano teku. Voda naime gorskih potoka kadkada vanredno nabuja od kiša, ili od naglo otopljenoga sniega u planinah od južnoga vjetra, te priliči jakoj rieci rušeći se strašnim štropotom i praskom i uništujući sve, što joj na put stane. Gdje se gudure nenadano otvaraju u široke, slabo položite doline, naslažu kadkada gorske bujice ogromne čunje razsulina i kršnoga kamenja. Mnoge se bujice u velegorju ruše uzkimi, dubokimi i tamnimi klanci i gudurami, koje su si same izplavile tečajem tisućljeća. Iza jakih kiša posve se napune takove uzke gudure bučnom vodom na 20—30 met. visine, koje se zatim naglo poput striele ruši u doline. Takova divlja voda putem sve hara i razara te zajedno sa zračištem smanjuje kamenje, raztvara pećine i tako rekuć odnosi čitava gorja. Izplavljujuću silu divljih bujica možemo doduše najbolje opažati u planinskih zemljah, al joj ima tragova za

velikih kiša i u pustarskih priedjelih. Tako opisuje Barth erosiju (izplave) u razkidanoj Asgarskoj visočini u Sjevernoj Africi, a Prševalski na svojih putovanjih po Azijskoj pustinji Gobi. Rieke u Himalaji i Tibetu izvedoše izplavljivanjem vanrednih promjena. U gornjem tieku Gange, Inda i Sadleča izprale su te rieke tečajem tisućljeća naslage tvrdoga kamenja i naplavine, koje su mjestimice bile 1000 met. visoke. Osim jakih kiša imenito u Himalaji pospješuje najviše izplavljivanje, što su doline vrlo uzke i strme. To je razlog, što imadu po pripoviedanju R. Schlagintveita mjesta u izvanjskih dielovih Himalaje posve drugačiji položaj, nego li u naših Alpah. U Himalaji ne ćeš naći sela na dnu dolina, jer su za to preuzke, već su obično na stupnjevinah, koje je voda za predjašnjih stoljeća izprala, ili su ih sami žitelji umjetno načinili.

Sve ovo, što smo dosele spomenuli, jasno nam svjedoči, kako rieke u svom gornjem toku izpiru planinske priedjele, ter ih tečajem vjekova posve preobrazuju. Naše su gore samo ostatci prijašnjih uzvisitosti, veći ili manji ostatci, koji još prkose i odolievaju navalam atmosfere i djelovanju vode. Kao što su u Afričkoj pustari njekoje visi nastale, tako da su na okolo čvrstoga i tvrdoga tla voda i vjetar odkidali i iztrošili mekano tlo, tako su isto nastali i mnogi vrhunci naših gora. I njih će nestati ovdje prije, ondje kasnije, jer voda ne trpi različite visine, već nastoji da sve izravna. Budu li sile, koja su gorja stvorile, i u buduće djelovale, to ne će manjkati uzvisitosti, te se ne da podnipošto već sada odlučiti, da li će napokon ipak ostati pobjednikom voda sa svojom razornom silom.

Reclus je u svom djelu obširno nacrtao izplavljujuću silu riekâ u gornjem tieku, pak je imenito razložio u tom pogledu zanimljive odnošaje i preobrazbu priedjela u Južnoj Francuzkoj. On završuje ovako: „Razorna djelatnost gorskih rieka u Francuzkih Alpah neobično je zanimljiv pojav za povjestnika, jer mu jasno govori, s kojih je razloga nestalo žiteljstva u mnogih priedjelih Sirije, Grčke, Male Azije i Španjolske. Nestajanjem šuma nestalo je i tamošnjega žiteljstva. Gorska bujica, kao i sjekira drvareva upravo su tako, kao što i mač osvajačev, čitave narode uništili ili potisnuli u druge krajeve. Dan danas pada broj žiteljstva u svih Alpinskih dolinah, pak bi se gotovo dalo proreći, kad će u gornjo- i dolnjo-alpinskom departementu nestati stanovnika, ne bude li se s temelja na put stalo imenito haranju šuma.

Gornji tiek rieka često se odlikuje veličanstvenimi slapovi ili vodopadi. Ima doduše i u srednjem tieku riekâ slapova, koji su

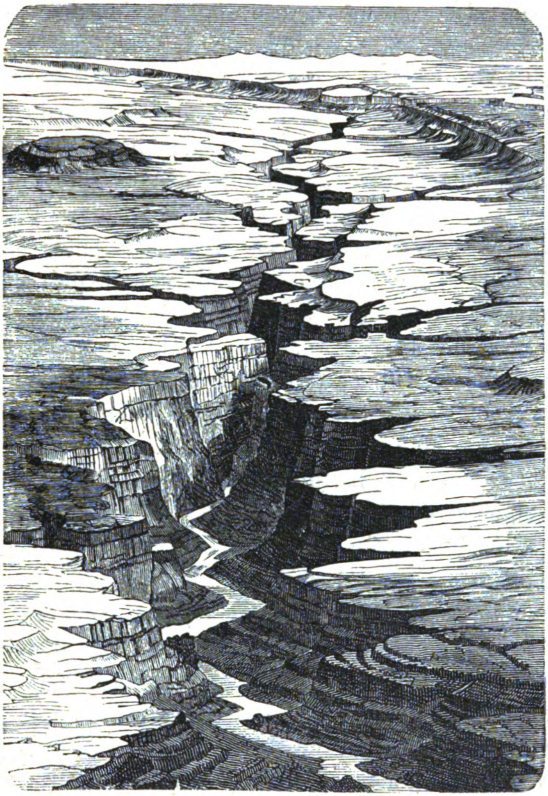
kadšto mnogo ljepši i obilniji vodom, ali visinom redovito zaostaju za onimi. U Evropi je najznatniji slap Rajne, nedaleko Schaff hausena, gdje se rieka silnim šumom ruši preko pećine široke 110 metara, a visoke 23 metra. Nadalje ima krasnih slapova u Švedskoj. Tako su na glasu Trollhätta-slapovi, koje čini rieka Klara-elf iztječući iz Wenerskoga jezera pod imenom Göta-elf. Svi ti veličanstveni slapovi ne mogu se prispodobiti s „ozbiljnimi i dostojanstvenimi" Viktorija-slapovi na Afričkoj rieci Zambezi, koje su dakako do sada riedki Evropljani vidjeli i o kojih je Evropi prve glasove donio Livingstone. Ta rieka teče iznad slapova posve polagano i dostojanstveno, te se u njoj amo tamo opažaju paomami zasjeniti otočići. Nješto oveći otok, nazvan zbog bujne vegetacije „vrtom", razstavlja rieku na dva rukava. Čitava okolica odiše njekim mirom i zadovoljstvom. Nenadano na to nestane tla pod riekom, a ona se strovali na dva rukava, široka 1700 i 560 met. u 130 met. duboku uzku pukotinu. Odavle teče rieka uzkim krivudastim kanalom, koji si je sama tečajem vjekova izprala. Najznamenitiji medjutim na zemlji bez sumnje je Niagarski slap u sjevernoj Americi, koji posjećuju svake godine putnici sa svih strana svieta. Šum, buka, pače grmljavina Niagarskoga slapa čuje se na daleko do 75 km, naime ća do Toronta na drugoj obali Ontarijskoga jezera. Povrh vodopada razstavlja rieku, koja valja sa sobom u sekundi 2500 kub. met. vode, otok Goats-Island na dva rukava, koji vanredno brzo teku, jer im korito naglo opada. Došav na rub ponora, strovale se oba rukava, jedan širok 600 met., a drugi 270 met., velikim lukom 45—49 metara duboko u ponor. Med pećinom, preko koje se voda surva i med 6—10 met. debelom rušećom se vodenom masom nalazi se tmasta, udarci biesnih vjetara razkidana provala, nad kojom lebdi voda kao kristalni svod. Parni oblaci, koji se bojami dúgê odrazuju, dižu se iz bučnoga vodenoga vrtloga u vis, te dielomice zastiru oba vodena rukava. Svako godišnje doba podaje posebni čar tomu „čudovištu Američke prirode." Sačuvano još drveće na spomenutom otoku i na obalnih pećinah iztiče se ljeti svojim zelenilom a u jesen šarenom bojom svoga lišća posred bielih pjenastih slapova. Zimi kadšto vise na pećinah ledeni stalaktiti, odrazujuć se na sunčanih tracih kao ogromni dijamantni nakit, te služe za okvir objema rušećim se rukavima. U proljeće napokon, kad se snieg i led otaplja, užasno je vidjeti, kako ogromni komadi leda, nalični na velike gorske razvaline, hrle do ruba ponora, te se strašnim praskom sukobe na silnom vodenom luku, koji ih surva u strašne dubljine

Med Erie-jezerom i Queenstownom izprala si je rieka korito u pećini, te se slap tečajem vjekova natrag pomiče. Svakomu je jasno, da će danas sutra postupno izteći jezera, čim se dovoljno natrag pomaknu slapovi, pak će zelene doline sa gradovi tamo nastati, kuda danas sieče hitri parobrod vodene pustare. Što će se jednom kod Niagarskoga slapa dogoditi, to se po mnienju Crednerovu možda kod rieke Labe dogodilo prije mnogo hiljada godina. Postanak dolnje Labe i njezinih pritoka, koji zajednu protječu Češku i Sasku Švicarsku, dade se najbolje na taj način protumačiti.

Ostali veliki slapovi na zemlji imaju takodjer svoje osebujne krasote, te se njeki mogu gotovo natjecati sa Niagarom. Ovamo spadaju u sjevernoj Americi veličanstveni slapovi Missourija, Kolumbije Montmorency-a i osobito tek g. 1871. od Američkoga geologa Haydena odkriveni prekrasni slapovi rieke Yellowstone u Wyoming-teritoriju. U južnoj je Americi spomena vriedan glasoviti slap na rieci San Francisko nedaleko Bahija, poznat pod imenom Paolo Affonso.

U srednjem tieku a još više u dolnjem tieku struje rieke zbog manje položitosti tla mnogo mirnije. Mnogobrojnimi pritoci povećana velerieka teče polagano prema moru. U tom dielu svoga tieka čine rieke otoke, zakuke i duge zavoje, koji do očajnosti dosadjuju brodarom. Kršje i razsuline, koje je rieka u gornjem tieku valjala, već su raztvorene na piesak i mulj. Što dalje niz rieku plovimo, to je finiji talog, što ga rieka za sobom valja. Množina taloga vrlo je različna; za velike vode obično je najviše taloga u riekah, jer su onda i one rieke, koje su inače veoma čiste, posve mutne i kalne. Da si uzmognemo predstaviti, koliko čvrstih tvari rieke kopnu otimlju i u more nose, spomenut ćemo njeke podatke, koji su plod mnogobrojnih opažavanja i izpitivanja. Everest je proračunao, da Ganges svake godine 6400 milijuna kub. stopa kršja i mulja u more nosi. Ta bi masa povisila površinu od 55□ km. za 5 met. Još više kala i mulja donosi oceanu Hoangho, koji se punim pravom zove „žuta rieka“. Barrow je proračunao, da ta rieka svaki dan 48 milijuna kub. stopa taloga za sobom nosi. Rieka Peiho napokon izgleda kod Tientsina kao kalna blatna masa, koja se dosta brzo med svojimi obalami valja. Rajna ne nosi mnogo pieska i mulja, pa ipak se toga nakupi za 5000 godina do jedne kubične milje. Kršje i mulj u Rajni dolazi izpod Švicarskih jezera iz pješčenjačkih gorskih krajeva u području Nekara. — Riekami prolaze kraj nas čitava gorja, a da ih ni ne opažamo, pak sve, što je prošlo srednjim i dolnjim tiekom, naslaže se u moru, kao zametak za novo kopno. U pradoba, kad su

bile podignute naslage med Jurom i Taunom, te su obkoljene od Vogeza i Crne šume opadale polagano prema sjeveru, tekla je onda tek nastajuća Rajna 250 met. više nego danas. Malo po malo izdubla je rieka površje, pak ga je odniela i naslagala oko njekadašnjega ušća. Dakako da su u ono vrime i pritoci Rajne isto tako



Sl. 44. Cañon Kolorado rieke u Sjevernoj Americi.

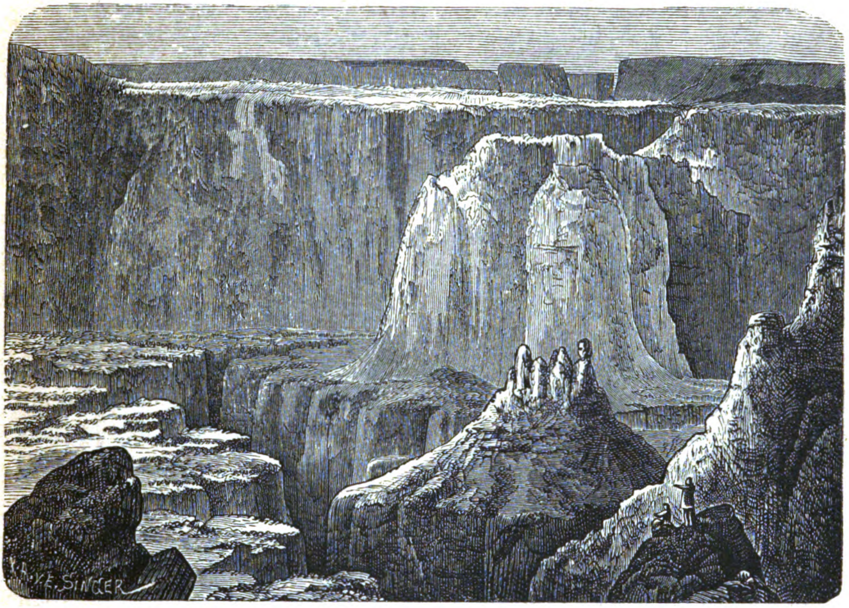
visoko tekli kao i ona, te se njihovo korito tek onda sleglo, kad se snizilo korito Rajne.

A. G e i k i e je dugim opažanjem i izpitivanjem izplavina njekih rieka pronašao, da rieka Pad za 729 godina cielo svoje poriečje za $^1/_3$ metra snizuje, Rodan za 1528 godina, Tajo za 1842, a Dunav za 6840 godina. Spomenuti brojevi, ako i niesu neoprovrzivi, ipak jasno svjedoče, kako je ogromna množina kopna, koje rieke polagano moru donose razajući neprestano zemaljsko površje.

Najveličanstveniji primjer tomu, kako si rieka izruje i izdube korito, podaje rieka Kolorado u sjevernoj Americi. Ništa se ne može na zemlji tomu prispodobiti. U duljini od 450 km. je Kolorado mjestimice 2000 m. duboko izdubao svoje korito kroz sve naložne naslage i u samom granitu, koji pod njim leži. Okomite stiene, kao što nam slika 44. kaže, vode u strahotne dubljine, do kojih na njekih mjestih sunčano svjetlo samo za čas dopire. Područje je Kolorada dugo svietu bilo nepoznato. G. 1869—1874. proučavala je te priedjele znanstvena ekspedicija pod vodstvom majora Powella. Kao što sâm Kolorado, tako imadu i njegovi mnogobrojni jaki pritoci svoje duboke uzke i krivudaste cañone. Svaki opet manji pritok tih glasovitih pritoka provaljuje takovimi stotine metara dubokimi i jedan, dva metra širokimi cañoni. Svaka kišica, koja ondje padne, izdube si cañone. Po tom si možemo lako predstaviti sliku one pješčane pustare, koja tvori gornju kotlinu Kolorada. To je pravi prirodni labirint, dielomice ljudem nepristupan. To je ogroman, okamenjeni grad, kojega cestami protječu vode i u kojem se mjesto kuća deset puta tako visoki pećinjasti balvani dižu, s kojih se ne može dolje do cesta. Sva scenička svojstva ovoga diela Utaha i Arizone jesu orijaška — neprijatna, ali ujedno veličanstvena. Rieke teku u pravom smislu rieči nepristupnimi dubljinami izpirući pećinjaste stiene, kojim su se dragovoljno u robstvo podale. U tih uzkih žljebovih buči voda, hrleći preko slapova k nižim priedjelom Kalifornije, a nad njom na vrhu pećinjastih stiena puste su ravnice bez drveća i grmlja, posve gole. Na njekih mjestih, gdje sastavlja lapor pećine, već je površje raztvoreno i raztrošeno, te se hoda po tom rahlom crvenom ili žućkastom tlu kao po pepelu. Na drugih opet mjestih, gdje sastoje pećine od mekoga pješčenjaka, tako je površje razdrto, da je posuto sitnim pieskom najraznoličnije boje i to najviše crvene ili žute. To je eto zemlja Američkih cañona, gola i bez onoga rašća, koje inače u pustinjah uspieva, bez životinja i bez stanovnika — „pustinja, a ujedno labirint, komad podzemskoga svieta, uzdignut na zemaljsko površje. Izuzev vjekovitim sniegom i ledom pokrite polarne krajeve ili Tibetske pustinje ne ima zemlje na svietu, koja bi bila tužnija, jednoličnija i pustija, nego taj cañonski priedjel; niti Sahara nije više pustinja, nego li zemlja na jugu državice Nevade. Na njekih mjestih kao na podnožju Gray-Cañona podižu se neizmjerni pećinjasti tornjevi iz vode izpravno u vis, kano da su ih ljudi gradili i dlietom izgladili. To su pećine, koje je vrieme i oluja izprala, dok nije napokon još preostala tanka, nebotična igla, kao kostur kakove pre-

svjetne životinje. Na grebenih, pače na njihovu rubu na daleko se vide obelisci čudnovata oblika, kano da je kakovo neizmjerno groblje Titana, nad čijimi se grobovi dižu orijaški spomenici. „U stienah cañona kano da su grobnice i otvoreni grobovi izkopani naročito za one, koji se usudjuju prodrieti u posvećeno počivalište duhova. Oni im dovikuju: Memento mori (sjeti se smrti!)“.

Nigdje se ne vide veći ponori, nego li kod Američkih cañona, kao što nam prikazuju sl. 44. i 45. Što je dolina Afre, što „Via mala“, ili pak ždrielo Tamine prema cañonom! Ali još više nego dubljina



Sl. 45. Marble Cañon.

cañona, još većma nego njihova dužina, još više nego li pećine, koje se oslanjajući o stiene dižu visoko nebu pod oblake, mora se čovjek diviti vanrednoj sili vode, koja je tečajem tisućljeća ta čudesa stvorila. Istina je, da elementi mrze tvorbe ljudskih ruku, pače njihovo je neprijateljstvo strašno i štetno po ljude; nu oni još više mrze sami sebe, mnogo se strahovitije bore neprestano sami med sobom, odkad ih je Bog stvorio.

Kao što se kod postajanja dolina geografski najdjelotvornije očituje razorna sila vode tekućice, tako se kod deltastih (raztočnih)

ušća najbolje pokazuje stvorna sila vode. Izljevajući se rieka u more bori se sa morskom vodom. Budući da s toga znatno polaglje teče, sjeda na dno dio taloga, koji još sa sobom nosi. Mnoge rieke boreći se sa morem tako su jake, da njihova voda prodire daleko preko ušća u more. Tako se opaža voda rieke Konga po njekih još 300 km., a voda Amazonke razpoznaje se još 400 km. daleko od obale. Medjutim se tu govori samo o gornjih slojevih na površju morskom, jer se laglja sladka voda širi kao ulje nad težom, slanom vodom morskom.

Glavna se dakle struja riekâ prekida tik pred ušćem i s toga se tamo naslaže mnogo taloga. Najprije se staloži krupniji, a zatim sve sitniji mulj, dok najsitniji dopre najdalje u more. Kadkada se staloži mulj upravo ovako postupno, kao što smo opisali, imenito ako voda naglo raste i pada kao i zbog gibanja mora, nu ipak se uviek na ušću rieka naslaže mnogo mulja, koji je prevučen dugimi vodenimi žljebovi. Gdje takov mulj naraste nad morsko površje, priklopi se kopnu, unutrašnji vodeni žljebovi presuše, pak nastaje delta ili raztok (Sl. 46.). Kod mnogih riečkih ušća ne diže se mulj nad morsko površje, već se naplavine protegnu u širinu i duljinu tvoreći prudove i plitčine pod morskim površjem. Po potankih iztraživanjih Crednera ima dvie vrsti deltastih ušća: podmorske delte, t. j. otvorena ušća sa podmorskimi naplavinami, prudovi i plitčinami i prava deltasta ušća, gdje se kopno na račun môra ili jezera razširilo. Prema tomu mogu se razlikovati unutrašnja deltasta ušća i oceanska deltasta ušća. Ime deltasto (raztočno) ušće potječe od grčkoga slova D (Δ = delta), kojemu je takovo ušće donjekle slično. Prvobitno je to ime rabilo za najdolnji tiek rieke Nila. Najviše se kod toga opazilo, da se rieka pred ušćem na dva ili više rukava raztače, pak se prema tomu govorilo o delti Kooper Kreeka i o delti Amazonke, akoprem kod tih rieka ne nastaje novo kopno naplavinami. Danas se pak upravo ovo posljednje smatra bitnim kod deltastih ušća. Raztakanje rieke pred ušćem na mnogo trakova posve je nuzgredna stvar, te se podnipošto ne podudara uviek sa početkom deltastoga tla; pače kod mnogih rieka, koje tvore prave delte, niti ne ima više trakova riečkih kao n. pr. kod Ebra.

Mnogo se već razpravljalo med učenjaci o tom, zašto na njekih mjestih nastaju podmorske delte, a na drugih opet prave delte. Do nedavna se držalo, da na raznolikost deltastih ušća najviše djeluju morske struje i morska doba. U novije medjutim vrieme mnogi geolozi i geografi pristaju uz geologa R. Crednera, koji je

Sl. 46. Delta (Raztok).

*

nedavno obširno razložio, da raznolikost deltâ ovisi o stoljetnom dizanju i spuštanju zemaljskoga površja. Na onih mjestih, gdje tlo po malo pada, nastaju podmorske delte, nasuprot na mjestih, gdje se tlo po malo diže, nastaju prave delte.

Najbrže čini se da raste delta rieke Tereka, jer svake godine poprieko prodire za 495 met. u Kaspijsko more. Med velikimi riekami raste najbrže delta Misisipijeva, ali kao što kod drugih rieka, tako i kod ove ne rastu jednako naplavine svih rukava. Kod Misisipija raste najviše delta u južnozapadnom rukavu. Dubljina deltastih naplavina, kao što vrtanja svjedoče, veoma je različita. Kod Nila iznosi jedva 15, kod Rajne preko 60, kod Rodana preko 100, a kod Pada preko 170 met. Svuda se ne da tačno medja med riečkim i morskim talogom odsjeći, s toga se mnogi podatci u tom pogledu kao n. pr. kod Misisipija znatno razilaze.

Šire li se delte na daleko, to se mogu kadšto delte susjednih rieka posve stopiti, kao što je to kod Rajne, Maze i Šelde ili kod Gangesa i Brahmaputre; ili se pak mogu dvie rieke spojiti u zajedničkom glavnom kanalu kao Eufrat i Tigris ili napokon prvobitno samosvojne rieke spadnu na pritoke. Tako je n. pr. Prut postao pritokom Dunava a Red River pritokom Misisipija.

Ogromnije delte imadu obično posve ravno, samo kadšto valovito tlo, koje se samo malo diže nad morskim površjem. Obično su velika deltasta površja veoma plodna, te su znatno utjecala na gustoću žiteljstva i na procvat ljudske kulture. Komu niesu poznati iz poviesti veoma napučeni i bogati deltasti priedjeli velikih Kitajskih i Indijskih rieka, zatim delta Nilova u najstarijoj, a Misisipijeva u najnovijoj poviesti čovječanstva? Gangesova i Brahmaputrina delta zaprema površje od 8 milijuna hektara, Nilova delta 2 milijuna, a Misisipijeva delta 3 milijuna hektara.

Mnoga deltasta ušća rastu s neprestanih naplavina, druga se opet postupno smanjuju, pošto more natrag osvaja tlo, koje su prije bile rieke svojim talogom naplavile. Delta se rieke Pada pomiče napried svake godine za 10 met. Delta Rodanova se kroz 8 stoljeća pomicala napried, svake godine za 3 metra, te se razširila od vremena Rimljana za 200—300 km. Da navedemo primjer o jednom jezeru, spomenut ćemo, da se po računu Simonyjevu delta rieke u Trune Hallstadtskom jezeru produžila u 70 godina za 75 metara. Nasuprot se delta Rajne i ostalih pritoka Sjevernoga mora sve više troši i smanjuje. Na obalah Nizozemskih već je više puta provalilo more, te je gradove, sela i samostane pokopalo, a ušća

Rajne izdublo u malene zatone nalične na lievak. U obće čitava deltasta nizina Nizozemska leži izpod morskoga površja, te bi bila već davno ponovno poplavljena, da niesu tamošnji žitelji velikimi nasipi deltasta otočja umjeli obraniti od mora. Delte rieke Emse, koja je još za Rimljana obstojala, nestalo je; neima sumnje, da su njekoć Vezera, Laba, Eidera kao i Hudson i Connecticut u Americi imale deltasta ušća. I deltasto ušće rieke Neretve na Dalmatinskoj obali sve se bolje smanjuje.

Napokon ćemo ovdje spomenuti njekoliko rieči, o tom, kako kretanje zemlje oko svoje osi djeljuje na izplave vode tekućice. Već se odavno opažalo kod raznih Evropskih rieka, da se na svojem tieku na desno pomiču i osobito svoju desnu obalu podruju i odplave. Mnogi su to pripisivali mjestnim odnošajem, kao dovozu kršnoga kamenja iz okrajnih dolina, smjeru vjetrova itd. Medjutim je prvi obširnije g. 1860. ruski akademik Baer protumačio u svojem spisu „Kaspijska studija“, kako taj pojav ovisi o kretanju zemlje oko svoje osi. On kaže: svaka tačka na polutniku okreće se za svakdanjega kretanja zemlje oko svoje osi mnogo većom brzinom prema iztoku, nego li koja tačka u umjerenom pojasu ili ća u ledenom pojasu. Kreće li se dakle kakovo tielo postupno od polutnika prema polom, to će, donoseći sa sobom veću brzinu, nastojati da se kreće prema iztoku većom brzinom, nego li cieli okoliš. Foucaultovi glasoviti pokusi sa nihalom u Pantheonu najjasnije su predočili taj prirodni zakon, kojemu se pokoravaju pasatni vjetrovi, sve atmosferske struje, zatonska struja, sve ostale oceanske struje, da, i kruglja iz opaljena topa. Reclus pače misli, da je možda već mnoga lokomotiva zbog toga zakona izskočila iz svoje koloтečine. Rieka tekući na sjevernoj polutci prema sjeveru, dolazi u priedjele, koji se polaglje kreću oko zemaljski osi; njezine će dakle obale svojim polagljim kretanjem zaostati prema rieci, koja se brže kreće, jer dolazi iz priedjela, gdje se sve većom brzinom kreće. Po tom će voda po Baerovu zakonu jače udarati prema iztoku t. j. na desnu obalu. Teče li rieka na sjevernoj polutci prema jugu, to će, jer dolazi u priedjele, koji se brže kreću, njezine obale napried juriti, te će voda jače udarati na zapad, dakle opet na desnu obalu. Ovo će se to jače opažati, što koja rieka teče više smjerom meridijana. Na južnoj polutci udarat će dakako voda više na lievu obalu. Taj se pojav osobito opaža kod njekih Ruskih rieka, kod Volge, Urala i Jeniseja, zatim kod La Plate, Gangesa, Inda, Rajne, Nila itd. Nadalje se čini, da i tiek Dunava med Bečem i Biogradom potvrdjuje Baerov zakon, jer se slični pojavi opa-

žaju, kao što je dokazao prof. Finger, takodjer kod rieka, koje teku od zapada prema iztoku i obratno. Budući da nastoje takove rieke da se kreću smjerom najvećega kruga, udara i kod njih vodena masa jače o jednu obalu. K tomu se tiek rieka, koje teku od zapada na iztok, kretanjem zemlje donjekle pospješuje, dok se nasuprot rieke što teku na zapad, donjekle zaustavljaju. Babinet je proračunao, da je na sjevernoj polutci izplavljujuća sila rieka na desnu obalu ravna desettisućnom dielu tlaka, kojim tlače rieke svoje korito.

Med većimi riekami, kojih se tiek ne slaže sa Baerovim zakonom, navadjamo Misisipi i Rodan. Kod Misisipija biva to s toga, što se po mnienju mnogih geologa zapadne gorske kose Sjeverne Amerike polagano dižu, dok obje Karoline, Georgina i susjedni priedjeli postupno padaju, pak po tom ne može Misisipi u dolnjem svom tieku udarati o desnu obalu, već se u najdolnjem tieku kreće izravno prema jugo-iztoku. Kod Rodana pak, čini se, da je uz druge mjestne okolnosti najviše djelovao Mistral, sjeverno-zapadni vjetar, da glavna rieka u najdolnjem svom tieku zakreće južno-iztočnim smjerom.

Sve, što smo dosada spomenuli, jasno svjedoči, kako je neizmjerno znamenito djelovanje vode tekućice u životu naše zemlje. Neznatna voda tekućica, koja prema neizmjernoj morskoj vodi posve izčezava, razara po malo gorja i vispoljane, pak ih snaša na morsko dno. Upravo zbog tih naplavina diže se popriečna visina morskoga lica, a nizine nastale naplavinami na novo poplavljuje more. S dvostrukoga se dakle gledišta preobrazuje razita i visinska razgrana zemaljskoga površja. Da je voda tekućica jedina na zemaljskom površju djelujuća sila, viši bi se dielovi kopna postojano snizivali, mora bi se neprestano dizala preko obala, kopno bi se sa vodom tako izravnalo, da bi napokon zemlja postala velikom krugljom, koju bi jednako sa sviju strana voda obljevala. Zbog geoložkih pomicanja i previjanja zemaljskih naslaga ne treba da se bojimo takove preobrazbe naše zemlje; nu ipak se mora priznati, da voda kopna tako preobrazuje, da su te preobrazbe zemljopisno vrlo znamenite. Ta danas je već Iztočno more samo posrednik med Sjevernim morem i čitavim nizom sladkih jezera. Obilje se morske vode, koja joj riekami pritječe, ne mienja, dok se površje i dubljina njezine kotline neprestano mienja. Voda će Iztočnoga mora po tom iza mnogo stoljeća posve sladkom vodom postati, a Sund će biti još jedino Evropska Sv. Lovrinac-rieka.

Danas sutra, kao što kaže Bory de Saint-Vincent, bit će isto Sredozemsko more samo lanac jezera, a konačno ogromna rieka. Azovsko more već sada postaje po malo riekom, jer mu se obale sve više sbližuju, a korito ostaje jednako. Vodene ploštine, koje se od ušća Donova do ceste Dardanelske prostiru, prispodabljat će se sa Gornjim, Huronskim i Mičiganskim jezerom, a s otoka će se Egejskoga mora vidjeti izprepletena mreža mnogobrojnih jezera, kao što se vide na iztočnoj obali Iztočnoga mora. Mletački će zaton s vremenom postati produženom dolinom Padskom, a obje velike, podzemskom Sicilsko-afričkom gredom razstavljene kotline Sredozemskoga mora sačinjavat će dva sve više suzujuća se jezera, kojih će vode podavati život najvećoj rieci na zemlji. Tada će Dunav, Dnjepar i Pad biti samo pritoci, a možda će takodjer, već i sada na svom ušću neznatni Nil izgubiti izhlapljivanjem svoje vode, prije nego li dodje do Sredozemskoga mora i postati unutrašnjom riekom, kao što je Šari i Jordan.

Doista, gotovo se ne da znamenitost rieka za poviest zemlje i čovječanstva procieniti. Jednako se razilazi kiša i snieg po raznih tačkah zemaljskoga površja, ter natapajuć oplodjuje razne priedjele. Oborina razara gorske stiene, te ih kao plodne naplavine preko riečkih obala širi i nove nizine na njihovih ušćih stvara. S juga tekuće rieke ugrijavaju zemlje na sjeveru, dok nasuprotnim smjerom tekuće rieke ublažuju žarinu vrućih krajeva. Pače više, kao žilavi radnici niesu rieke zadovoljne tim, da odlučuju o množini vode, o naplavinah i o podneblju, već se na njihovih valovih valja poviest i život naroda. Njihovimi strujami plovile su njekoć ladje divljih vojnika, dok danas po njih idu amo tamo trgovačke ladje, noseći na sve strane mir i blagostanje. One ne stavljaju podnipošto medje narodom, već ih dapače pomiču i giblju, po njih silaze gorani u nizine, a primorci putuju uz rieke do vispoljana.

Dakako da rieke niesu za poviest naobraženosti dan danas onako znamenite, kao što su njekoć bile, jer niesu one danas više jedina obćila i prometni putovi naroda. Ne ima rieke, koja bi danas ono bila, što je bio Nil Egipćanom: otac i bog ujedno, koji je iz svoga mulja, ugrijana sunčanimi traci, stvorio ljude i plodine. „Svetoga“ Gangesa ne će više sviet vidjeti. Ta čovjek nije više rob naravi. On si može i umije kraće i brže putove stvoriti, nego li mu ih priroda podaje. Nova, puna života zemlja, koju je čovjek svojim marom i mukom uredio, oprašta mu dragovoljno, što ne slavi i ne obožava stare zemlje, koju je tek morao ukrotiti. Nu pokraj svega toga rieke

će pače kano sluge ljudi mnogo znamenitije biti, nego li su ikada bile kano bogovi ljudi. One neprestano raznose ljudske proizvode na ladjah na sve strane; što su tielu životne žile, to su one zemlji za daleke krajeve, bili oni u planinah, dolinah ili nizinah, preko kojih se šire gradovi sa stotine hiljada pače i milijuni žitelja. Svojom gibljivošću oživljuju zemaljsko tlo, razaranjem podavaju mu drugi oblik, a deltami, koje neprestano rastu, popunjuju ga i povećavaju. Budu li se jednom rieke ljudem posve pokorile i dopustile, da im propišu i odrede korito, upotrebit će oni djelotvorne vodene sile u tu svrhu, da si posve po svojoj volji stvore prirodu. Po zapoviedi ljudi prodirat će rieke bregove, izpunjavat jezera i protegnuti poluotoke u mora. Njihov bez oduška uviek djelatni život popunjavat će donjekle i naš život.“

XIX.

Jezera.

Jezera su po svojoj naravi po sriedi med morem i vodom tekućicom. — Jezera bez odtoka i njihov postanak, veličina, dubljina, zemljopisna razširenost, množina vode i sadržina soli. — Jezera s odtokom ili riečka jezera. — Zemljopisna razširenost sladkih jezera. — Kako utječe oblik tla i podneblje na ta jezera. — Veličina, dubljina, oblik i boja sladkih jezera. — Grujska i fjordska jezera. — Močvare.

Svaku naravnu udubinu tla, koja je izpunjena vodom, zovemo jezerom. Dakako da tim obćenitim imenom nazivljemo vrlo raznolike zemljopisne predmete. Kolika je n. pr. razlika med ogromnim Kaspijskim jezerom, koje prima u se najveću Evropsku rieku, i med vodenimi kotlinami u visokih Alpah, onimi malenimi planinskim jezeri, koja leže 2000—3000 met. visoko nad licem morskim. Koliko li se razilaze velika sjeverno-američka jezera, koja utječu na podnebne odnošaje susjednih priedjela, od onih vodenih grotla, koja se šire raztresena kao „zviezde na nebu“, pak se od ruba postupno suše, dok ne pokrije njekadašnje vodeno površje blatna trava; ili pak od laguna, plitkih voda, koje od mora razstavljaju uzki, pjeskoviti obalni nasipi. Pa ipak sve nazivljemo imenom jezera, jer su po sriedi obiju velikih vodenih masa na zemlji, i to posred one, koja u velikoj kotlini svjetskoga mora počiva, i one, koja se izvori, potoci i riekami kreće prema moru. Jezera su dakle manje vodene skupine, koje miruju u zaokruženih kotlinah poput mora, ili pak tako polagano teku, da se čini kano da miruju. Ona su jezera u istinu vode stajačice, a ova su vode tekućice; ona spadaju za pravo med mora, a ova med rieke.

Poradi priegleda razdielit ćemo sva jezera na dvie velike skupine i to na jezera bez odtoka, koja imadu obično slanu vodu, i na jezera s odtokom, koja imadu sladku vodu, ter se broje med vode tekućice. Jezera bez odtoka slažu se na toliko sa velikimi mori, što

izpunjuju udubine zemaljskoga površja, kojim pritječe voda sa susjednoga više ležećega priedjela, te se ovdje umiri. I posljedice se iste opažaju, voda postaje slanom. Vode naime tekućice imadu bez iznimke u sebi mnogo raztavljenih soli, koje ostaju u jezeru, jer samo čista voda izhlapljuje; po tom se solne primjese sve više u jezeru množe. Na taj način mora da svako jezero, koje ne ima odtoka, s vremenom postane slanim jezerom. To je upravo razlog, da su jezera bez odtoka donjekle slična moru, pak ako su iole veća, zovu se takodjer kadkada i mora n. pr. Kaspijsko jezero ili Kaspijsko more. Napokon treba da spomenemo već sada, da je bez sumnje najveći dio takovih jezera ostatak njekadašnjih mora, pak da im je površje vrlo često pod morskim, ili pak samo nješto nad morskim licem.

Najbolji je primjer a ujedno i najveće slano jezero ogromno Kaspijsko jezero, koje zaprema oko 460.000□ km., te leži 26 met. pod licem morskim, a mjestimice je duboko do 900 met. Nizina, na kojoj se jezero uvalilo, ide na sjever do Saratova, na zapad slanom Maničevom potoninom do Crnoga mora, a na iztok do Balkaškoga jezera. Na toj nepreglednoj nizini leže još njeka velika slana jezera kao Aralsko jezero (oko 67.000□ km. i 48 met. pod morem) i Balkaško jezero (oko 20.600□ km. i 160 met. nad morem). Nješto manje na Maničkoj nizini jezero Elton jest sa 25·5% soli najslanije jezero, što ga na zemlji poznamo. Sva su ta jezera preostatak velikoga mora, koje se od Crnoga mora daleko prema sjevero-iztoku prostiralo, pače možda do Sibirskoga mora. To nam kaže položaj ove potonine, morske životinje, koje se nalaze po stepah med timi jezeri. Isto tako ima znakova, po kojih sudimo, da su morskoga podrietla malena slana jezerca u Amonovoj oazi (29 met. pod morem), zatim slane močvare zvane šots u Sjevernoj Africi, Mohave grotla u sjeverno-zapadnoj Americi, njeka slana jezera Australska itd.

Drugačijega su podrietla po svoj prilici ona slana jezera, koja su u unutrašnjosti zemalja, ter gdjekada vrlo visoko leže. Takovih jezera ima često u priedjelih, gdje se zbog suhoga podneblja ne mogu razviti rieke, koje bi možda zatvorene jezerske kotline prodrle i slanu vodu odniele. Ovamo ide Titikaka jezero (visoko 3.840 met.) na Perujskoj vispoljani, Veliko slano jezero u Utahu, Mono i Owen jezero i njeka druga jezera na iztočnom rubu Siere Nevade u Kaliforniji, zatim njeka preko 4000 m. visoka stepna, slana jezera u Tibetu u unutrašnjoj Aziji, Sjevernoj i Južnoj Americi, a valjda i Tsad jezero u Sudanu i Ngami jezero u južno-afričkom pustinjskom

priedjelu. Premda se spomenuta jezera znatno razlikuju visinom, podnebljem, veličinom i sadržinom soli, ipak su po svoj prilici postala na isti način, jer se u tom slažu, da su puna vode, koja se nakupila u uvalah bez odtoka. Njihova sol potječe ili od solnih sadržina u vodah, koje im pritječu, ili je pak postala izluženjem solnoga i stepnoga pustinjskoga tla. Obilje se vode kod njih obično mienja, kao što to biva kod stepnih i pustinjskih rieka, te čovjek gdjekada ne zna, ne bi li ih radje nazvao močvarami, nego li jezeri. Ta su jezera životinjstvom mnogo siromašnija, nego li prije spomenuta solna jezera. Redovito ima u njih samo crvića, sitnih dvokrilaca i neznatnih korepnjaka, od kojih su njeki po Ratzelu u pravom smislu kozmopolite.

Slana su jezera ponajviše neznatne dubljine. Tako broji najveća dubljina u Aralskoga jezera 67 met., u Balkaškoga jezera 22 met., u Tsad jezera 2—5 met., u Urmija jezera 15 met., a u Velikoga slanoga jezera 10 met. Jedino je Kaspijsko jezero znatna iznimka, jer je mjestimice do 900 met. duboko, zatim Mrtvo more do 400 met. duboko. Mrtvo je more zbog svoga položaja u najdubljoj uvali na zemlji gotovo najčudnovatije jezero na svietu. Ono zaprema preko 1200 km., a sudeći po naslagah na obalah mora da je njekoć mnogo veće bilo. Strahovit je pogled na to doista m r t v o more. (Izporedi sl. 47.). Na okolo su gole stiene, obale su gotovo svuda suhe i puste, nepomično površje puši se za sunčane žege kao vrijuća voda. Drugovi Englezkoga putnika Lyncha držahu, da plove na mrtvačkom brodu; kad su za slaboga vjetra podigli jedra, da se već iznemogli veslači odmore, spopadne sve mrtvački san i mrtvilo; pa i onaj jedini, koji je bdio, naskoro je probudio svoje drugove, jer mu je mrtva tišina upravo strahotna bila. Južni kraj mora, na kojem je njekoć po svoj prilici ležala liepa ravnica Sidimska i bezbožni gradovi Sodoma i Gomora, velika je močvara. Još i danas drže žitelji onaj kraj prokletim. Beduin na svom vilovitom konju hitro juri preko onoga gliba i solne kore do obale, da se što prije rieši te zemlje, koje ni za molitve nikada ne poljubi, makar da mu to nalaže njegov zakon. I životinje jedino najniže vrsti žive u tom moru; prije se držalo, da je tomu krivo obilje soli, nu danas se znade, da su tomu razlog klorov magnezij, brom i smole, kojih ima mnogo u tom moru. Lučbenom se analizom nadalje pronašlo, da ne ima u Mrtvom moru niti joda, niti srebra, niti drugih tvari, koje se nalaze u oceanu. Po tom je jasno, da nije mrtvo more njekoć bilo u savezu sa Cr-

venim morem, kao što se prije držalo, već je previjanjem kore zemaljske postala ta najdublja uvala na zemlji.

U njekih se slanih jezerih mienja vrlo često množina vode. Tako su njeki mjerili veličinu jezera Tsad na 50.000□ km., a drugi na 100.000□ km. prema tomu, da li su mjerili za suše, ili za kiše, kad to jezero poplavi na daleko svoj močvarni okoliš. Najtačnije se to doslije opažalo na Velikom slanom jezeru u Utahu,

Sl. 47. Obala Mrtvoga mora.

koje ima danas 4 metra više lice, nego li ga je imalo, kad su se tamo naselili Mormonci. Sada rastući sad opet padajući naraslo je od g. 1852. to jezero na toliko, da zaprema za polovicu veće područje, nego li prije 30 godina.

Sadržina je soli u slanih jezerih dosta različna. U Kaspijskom jezeru ima jedva 1·5, nasuprot u Mrtvom jezeru 24, u Eltonskom jezeru 25·5, a u Velikom slanom jezeru 22·4 postotka soli. Med sastavinami soli ima kod većih slanih jezera najviše obične kuhinjske

soli, koja iznosi u Velikom slanom jezeru 97, u Urmija jezeru 86, u Kaspijskom jezeru 60, u Elton jezeru 51 a u Mrtvom moru 50 postotaka. Nadalje ima redovito od ostalih primjesa najviše klorov magnezij, gorke soli, sadre itd. U vrlo slanih jezerih naslaže se kuhinjska sol na kraju ili na dnu jezera, ili pak plivaju na površju grude od soli. U manjih jezerih ima gdjekada i drugih soli. Tako n. pr. prevladjuje soda u natronskih jezerih sjeverno-iztočne Libijske pustinje, nadalje u okolišu Debrecinskom, u jezeru Van u Armeniji u Teckoko jezeru u Meksiku a boraks u Tibetu, Kaliforniji i Nevadi.

Po prostranih stepnih priedjelih ima često posve osušenih slanih jezera, ili pak amo tamo slanih močvara i bara. Gdjekada naime ne ima stepna rieka dosta vode, da bi stvorila jezero, već načini samo močvaru, od koje s vremenom izsušenjem postane tvrda, slana, glinena kora, kao što to znademo o Mohavu jezeru i istoimenoj stepi na jugo-zapadu sjeverne Amerike.

Jezera s odtokom težko se dadu posve razlučiti od jezera bez odtoka. Ima jezera, koja su bez odtoka, ako spadnu izpod stanovite visine, a opet imadu odtok, ako se iznad one visine podignu. Tako se može dapače uztvrditi, da niti Kaspijsko jezero nije posve bez odtoka, već po mnienju ruskoga učenjaka Baera, koji je najbolje proučio to jezero, pošilja svoje vode na iztoku u dublju kotlinu Kara Bogas, gdje tek primaju sgušćeni i lužni karakter pravoga jezera bez odtoka. Tanganjika pak jezero u Africi ima podpuno sladku vodu, makar je bilo bez odtoka, kad je Stanley prvi obišao njegovu zapadnu obalu. Tu je zagonetku kasnije riešio Thomson, koji je pronašao, da se mienja visina toga jezera. Tako je zadnjih godina znatno naraslo, ter ima široki obilni odtok, upravo na onom mjestu, gdje je našao Stanley zamuljenu „Lukugu“.

Njeka primorska jezera i pukotine ne imaju vidljiva odtoka, već su u savezu s morem samo po zakonih hidrostatičkoga tlaka. To nam svjedoči, što se suše za trajnih vjetrova s kopna, a u protivnom slučaju diže se u njih brakična ili poluslana voda. Druga opet jezera ne imaju vidljiva odtoka, jer si voda podzemskimi pukotinami i špiljami traži oduška, što biva osobito u onih vapnenih gorah, koje obiluju podzemskimi šupljinami i riekami, vrtačami i uvalami. Ovamo ide jezero Cirkničko u Kranjskoj i jezero Kopais u Grčkoj. Budući da su njeka tih jezera u savezu sa većimi podzemskimi kotlinami, mogu se isto tako brzo napuniti, kao što se izprazne. To se naročito opaža kod Cirkničkoga jezera.

Jezera s odtokom, koja bi u kratko riečkimi jezeri mogli nazvati, jerbo su u doticaju sa riekami, ističu se osim što im voda polagano teče i time, što imaju sva sladku vodu. Po veličini se razlikuju kao i slana jezera, a po dubljini još i više. Nadalje su sladka jezera mnogo češće na okupu, nego li slana, kao što nam to svjedoče imena: jezerska ploština ili jezerska ravan. Kušamo li geografski poredjati sladka jezera, možemo ih lako veći broj na skupine sastaviti, bud prema posebnom zemljopisnom pojasu, budi pak prema raznim poriečjem. Tako se dadu sgodno poredjati ovamo n. pr. jezera Švabskobavarske vispoljane, ili Finske jezerske ploštine, ili Afričke polutničke vispoljane, onamo pak Innova jezera, Aarina jezera ili jezera Odre, Nila, Konga itd. Nasuprot je mnogo teže poredjati jezera po obćenitih svojstvih, ako se ne gleda na područja, kojimi se prostiru. Prema tieku rieka razlikujemo izvor-jezera, zatim jezera u gornjem, srednjem i dolnjem tieku rieka. Ili se pak mogu prema uzvisitosti tla podieliti na jezera u nizinah, na vispoljanah ili na gorska jezera. Uzvisitost tla djeluje po tom mnogo na razvitak jezera. Slabo položite vispoljane osobito prijaju jezeram. Osim toga se i nizine ističu obiljem jezera, samo što su takova jezera obično skopčana sa riekami, te gotovo ne naliče posebnim zemljopisnim predmetom kao vispoljanska jezera. Često naime nije takovo jezero drugo, već razširena rieka u dolnjem tieku. I njeka gorja obiluju jezeri, imenito ako odviše strmo ne opadaju i ako im niesu doline preuzke.

Zemljopisna razširenost sladkih i u obće svih jezera očevidno pokazuje, da postanak jezera ovisi o obliku tla. Vispoljane su svuda najbogatije jezeri tako n. pr. vispoljane sjeverne Amerike, visoke ravnice unutrašnje Afrike, a donjekle i Azije, u Evropi pak Finska i Baltijska jezerska ravan i Švabskobavarska visoka ravnica. Nizine su obično bogate jezeri blizu nizkih obala. Mnogo ima tomu primjera kao Melarsko jezero, zatim Jalpuh i ostala jezera u dolnjem Podunavlju, jezero Comacchio u Padovoj delti, Pontchartrain u Misisipijevoj delti, jezera u Nilovoj delti itd. Često se čini, da dizanje tla pospješuje postanak jezera u nizinah, kao što smo već gore spomenuli za Aralskokaspijsku nizinu i kao što je to po svoj prilici kod Venerskoga, Vetterskoga, Onežkoga i Ladožkoga jezera.

Na planinah ima u obilju tamo jezera, gdje visoka gorska podnožja tvore vispoljane i široke planinske doline, ili gdje ima još od ledenoga doba u dolinah naslagana kršja i kamenja. I na gorskih rubovih ima često jezera i to, gdje se izpod njih steru visoke ravnice

ili prostrane nizine, na kojih kršje i mulj poput nasipa zatvara vode, ili u koje je usjekao i izdubao led i voda tekućica duboke kotline. Malenih jezera ima na svakoj planini n. pr. na dnu klanaca, na podnožju ledenjaka itd.; ali većih jezera, kakova n. pr. okružuju jezgru Alpa, ne ima niti u Pirenejih, niti u glavnoj kosi Himalaje (izuzev Kašmirsku dolinu); ne ima ih niti na Kavkazu, a niti u najvećem dielu zapadnoameričkih planina. Nasuprot ima ih na sjeveru Himalaje na Tibetskoj visokoj ravnici, zatim na visokoj ravnici Perujskoj i Utahskoj, koje su se stisnule med Kordiljere, nadalje na vispoljani Armenskoj, koja se oslanja na južni Kavkaz i napokon su najmnogobrojnija jezera na Skandinavskom gorju, koje se prostire med stupnjevinami i planinami istoimenoga poluotoka.

Podnebni odnošaji djelujući na množinu oborine utječu takodjer donjekle na sazširenost jezera. Gdje ne ima rieka, ne ima niti jezera s odtokom. S toga ne ima takovih stalnih jezera u stepnih i pustinjskih priedjelih, već se pojave samo periodično. Riekâ a s njimi i jezera ne ima u polarnih priedjelih, gdje led zamjenjuje vodu tekućicu. Najviše ih pak ima u umjerenom pojasu, gdje je obilna oborina i gdje za vrieme smrzavanja i okopnjivanja nastaju mnogobrojne kotline, a ujedno se naslaže na mnogih mjestih mulja i kršja.

U pogledu veličine razlikuju se sladka jezera med sobom upravo tako, kao što i slana jezera, jedino što ne ima med onimi takvoga jezera, koje bi ostala veličinom na toliko nadvisivalo, kao što med ovimi Kaspijsko jezero. Skupina 5 velikih Kanadskih jezera u Sjevernoj Americi zaprema zajedno 200.000□ km., dakle jedva polovicu Kaspijskoga jezera. Osamljena znatnija sladka jezera idu po veličini ovim redom:

Gornje jezero . .	84.000□ km.	Huron jezero . .	52.500□ km.
Ukereve ili Viktorija		Bajkalsko jezero .	31.500□ „
Nyanza . . .	83.000□ „	Tanganjika jezero	31.300□ „
Mičigan	64.500□ „	Erie jezero . . .	25.000□ „

Evropska veća jezera idu ovim redom: Ladoga (200.000□ km.), Onega (88.000□ km.), Venersko jezero (60.000□ km.). Ostala znatnija Evropska jezera broje: Blatno jezero (690□ km.), Ženevsko (580□ km.), Bodansko jezero (539□ km.), i Gardsko jezero (363□ kilometara.)

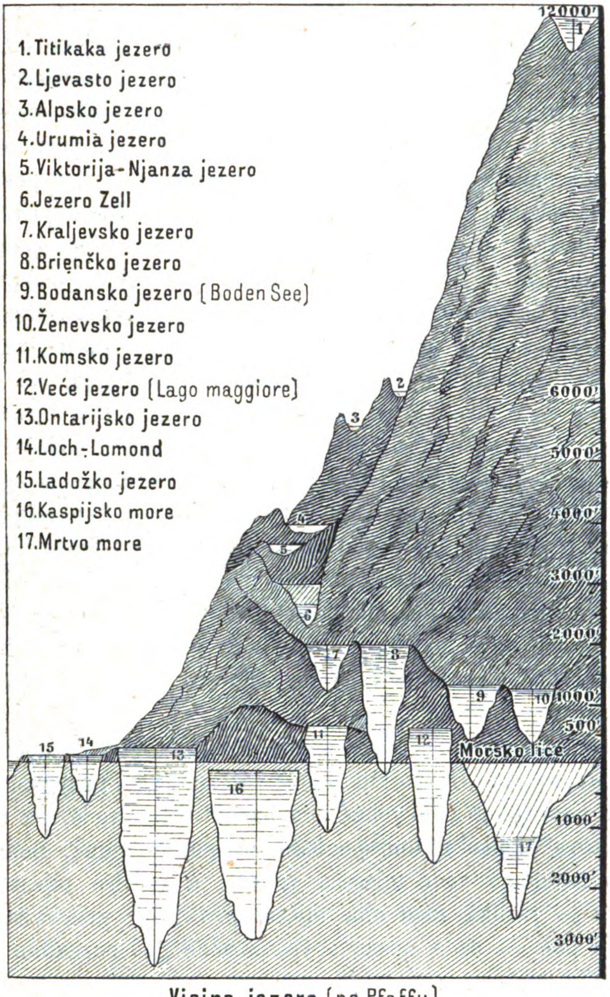
I dubljine su raznolike sladka jezera, nu u obće su dublja, nego li jezera bez odtoka, pak niesu veća sladka jezera tako plitka, kao veća jezera bez odtoka. Bajkalsko je jezero duboko 1240 met. (442 met. abs. vis.), Ontario 1100 met. (70 met. abs. vis.), Gornje

jezero 400 met. (185 met, abs. vis.), Komsko jezero do 600 met. (212 met. abs. vis.) i Achensko jezero 750 met. (928 met. abs. vis.). Pošto su ta jezera tako duboka, to im, makar i visoko leže, dno seže ipak izpod morskoga lica. Tako je i kod Ladožkoga i Onežkoga jezera, koja su duboka 378 met. dotično 180 met., a leže samo njekoliko metara nad površjem morskim. Ovo smo samo s toga naveli, jer se po tom dade zaključivati na postanak tih jezera. U ostalom i njeka manja jezera, kojim je dno visoko nad morskim licem, jesu redovito dosta duboka. Tako je n. pr. Bodansko jezero duboko 278, Ženevsko 321, Kraljevsko 185, a Chiemsko 139 metara. Slika 48 nam prikazuje visinu nekih jezera po Pfaffu. Najviše je Titikaka jezero, a najniže Mrtvo jezero ili more.

S obzirom na dno jezerskih kotlina pronašlo se kod većih jezera, da ono s početka od obale polagano opada, a zatim jače, napokon je kod velike dubljine dno ponajviše ravno zapremajuć veliki dio jezera. Kod Ženevskoga je dapače i kod Četirikantonskoga jezera najveći dio dna ravnica. „Očevidno se dno u tih jezerih naplavinami izravnalo, te se bez sumnje malo po malo uzdiže, i to ne obćenitim dizanjem tla, već deltami, kršjem, muljem s obala, dok se napokon jezero posve ne suzi i ne postane riekom.“

Izvanjski oblik jezera ovisi o tom, kakovo je tlo, na kojem je jezero i koje ga okružuje. Na blatnom, naplavljenom tlu razlije se tako voda, da je gdjekada težko odsjeći tačnu granicu med kopnom i jezerom. Na nizinah, po stepah i na jednoličnih vispoljanah već su stalnije obale jezerâ, samo što su takova jezera razmjerno plitka prema svom prostranstvu, pak ako se neznatno promieni površje takovomu jezeru, mienjaju se i obale. U brežuljastih je priedjelih jezero obično prema svomu prostranstvu dosta duboko, puno raznolikih zatona i draga. Napokon na podnožju planina prikazuju nam se jezera u svojoj pravoj krasoti i dražesti. Gorski potoci buče i šume spuštajući se slapovi i brzicami u jezera; zelene se doline nagiblju k licu jezerskom, nad kojim se dižu visoke stiene i gorski vrhunci, a pod ovimi su med predbrežji nanizani dražestni zatoni i drage. Sklad i raznolikost jezerskih obala u opreci s okružnimi gorami čini planinska jezera krasnimi i veličanstvenimi. S toga se punim pravom n. pr. Alpinska jezera nazivlju „krunom Alpa.“ Pogledamo li na zemljovidu Alpe, opazit ćemo, kako su velika Alpinska jezera, „ponos Alpa“, poredjana oko onih gorskih gromada, kojim je središte Sv. Gotard u Švicarskoj, zatim po dolinah i ravnicah, koje na zapadu pod raznimi imeni omedjuju kose Jura gorja. Alpinska se jezera protežu ponaj-

više od jugozapada prema sjevevoiztoku, naime kao i jezera u Juragorju ili pak upravo obratnim smjerom od jugozapada prema sjeverozapadu (Bodansko, Züriško jezero itd.). Oba najljepša i najveličan-



Visina jezera (po Pfaffu).

Sl. 48.

stvenija jezera Svicarske Zenevsko (sl. 49.) i Četirikantonsko jezero odlikuju se svojim oblikom upravo s toga, što se u njih stječu oba spomenuta smjera Alpinskih jezera. Ženevsko je jezero u svom dolnjem dielu Jursko jezero, u svojem gornjem dielu Alpinsko jezero

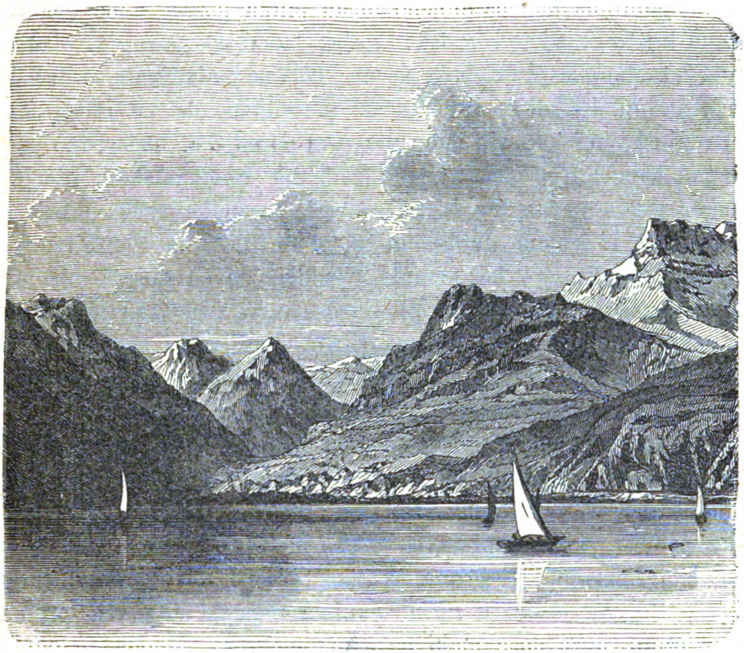
a po sriedi se oba pravca prepliću. U Četirikantonskom jezeru pak kano da se križaju oba pravca, Jurski i Alpinski, te po tom ovo jezero sa vanredno razvijenimi obalami naliči donjekle na križ.

Jezera se razlikuju ne samo dubljinom i oblikom svojim, već i bojom vode. Boja je i prozirnost vode kod planinskih jezera vrlo različna. Njekoja su boje zelene kao Bodansko, Züriško i Četirikantonsko jezero; Komsko je jezero tamnozelene boje; Gardsko je jezero na glasu zbog svoje sjajne, safirnomodre boje; Veće jezero (Lago Maggiore) je u svojem sjevernom dielu zeleno, a u južnom azurnomodro. Ima nadalje jezera, koja su boje mliečne, ili opet posve jasnosmedje ili žućkaste boje. Bila medjutim koja mu drago prirodna boja pojedinih jezera, to nije ipak posve stalna, već se neprestano mienja prema tomu, da li je nebo naoblačeno ili vedro, kako padaju sunčani traci na površje jezera, t. j. u obće se mienja prema odrazu svjetla. Mnogo jezero, koje je pri kraju zbog pećinjastoga dna žućkastozeleno, odlikuje se prema dubljoj sredini tamnomodrom bojom. Na njekih se opet jezerih opaža velika opreka med mirnom vodom i riečkom vodom, koja protječe jezero. Rašće na dnu jezera podaje gdjekada vodi tamnocrvenu ili smedju boju; od ilovače je žućkasta boja; kršje i kremen uzrokuju po mnienju Tyndallovu kod Ženevskoga jezera i kod drugih gorskih jezera onu divnu azurnomodru boju, koja se gotovo ne da opisati i koje se ne možemo dosta nagledati kod naših Plitvičkih jezera. Najprozirnija je a ujedno i najčišća voda u jezerih zelene, morske boje; gdjekada je takovo jezero prozirno 25 do 30 metara dubljine, pak se plivaču na takovom jezeru pričinja kano da lebdi u zraku.

Množina se vode u sladkih jezerih nikada toliko ne mienja kao u jezerih bez odtoka. U sladkih naime jezerih rieke pritjecanjem i odtjecanjem neprestano tako rekuć izravnavaju obilje vode, pa ako i nastane kakova razlika u tom pogledu, ne potraje dugo. Bodansko jezero ima najmanje vode mjeseca veljače, a najviše mjeseca lipnja. Popriečna je razlika med oba mjeseca za 1·56 met. visine vode; najviša je pak do sada opažana visina vode nad poznatom najnižom mjerila 4·74 met.

Kod manjih jezera, ako ih protječe razmjerno veća rieka, opaža se znatna razlika med najvišom i najnižom vodom. Tako je n. pr. za poplave na jesen g. 1868. kod Lokarna naraslo Lago Maggiore za 7·5 met. met. nad ništicom vodomjera. Nasuprot se kroz 50 godina opažala razlika u visini vode kod Erie jezera samo za 0.67 met., kod Ontarija za 1·4 met., a u cesti Detroit, premda su vodene

mase posve stisnute, ipak samo za 1·6 met. Dakako da je obilje tih 5 suvislih „velikih jezera“ toliko, da lako izravna razliku. Kod mnogih jezera ima na obriežju očevidnih tragova tomu, da je površje jezersko njekoć bilo znatno više. Nadalje se opažalo na većih jezerih, da se gdjekada na njekoliko sati promieni visina površja; tako se opazilo na Erie jezeru, da voda kadkada nabuja na kratko za 2 metra. Pravi se uzrok tomu ne zna, ali bit će, da to odatle potječe, što se naglo promieni tlak zraka. Barem je kod Melarskoga jezera



Sl. 49. Ženevsko jezero s okolišnim gorjem.

„koje je nekako po sriedi med morskim zaljevom i pravim jezerom“ dokazano, da za jaka zračnoga tlaka odtječe u Iztočno more, a za slaba pritječe jezeru voda iz mora.

Sladka su jezera mogla nastati na razan način. Mnoga su malena jezera nastala, jer se zagatila rieka, te nije mogla dalje odtjecati. To naslućujemo po velikom broju jezera u tako zvanih „grujskih“ priedjelih, gdje je kršje iz ledenoga doba načinilo mnoge brežuljke i malene kotline; to nam svjedoče zapletena i zamršena poriečja na Finskoj i sjevernoameričkoj jezerskoj ploštini, kao i veliko

obilje jezera na sjeverno-njemačkom poloju i na Bavarskoj vispoljani. Ovakovih jezera, koja su nastala, što se voda zagatila, imade u njekih priedjelih vanredno mnogo. U Mainu imade n. pr. 1568 jezera, u Minesotu ima do 10.000 jezera, a i u Finskoj ih se broji na tisuće.

Zanimljivo je, kako se spomenuta jezera podudaraju sa Fjordovi. Priedjeli, u kojih su najmnogobrojnija jezera kao Finska, Skandinavski poluotok, Maine i zapadna Patagonija, ističu se takodjer na obalah obiljem Fjordova. Na granitnoj ploštini Finskoj i Mainskoj jesu mnogobrojna malena, obično dosta plitka jezera, a na obalah se opažaju kratke, razdrte Fjordske tvorbe. Norvežka nasuprot planinska zemlja ima dugoljasta i duboka jezera, koja se podudaraju sa dubokimi i vrljikastimi Fjordovi. Nadalje je zanimljivo, da su mnogobrojna jezera Finska na kupovih istim pravcem poredjana, uzporedno sa rezotinami leda i Fjordova. U Mainu i na Shetlandskom otočju su takodjer jezera uzporedna sa Fjordovi. I gornjotalijanska jezera svojim oblikom i svojom dubljinom opominju nas na Fjordove, a njihovo nam životinjstvo bez sumnje svjedoči, da su njekoć bila u savezu sa morem. Tako ima n. pr. Garda jezero dvie vrsti riba i jednu vrst raka morskoga roda. „Fjordovi gornjotalijanski spuštali su se u morski rukav, koji je zapremao njekoć gornjotalijansku nizinu. Naplavinami rieke Pada nestalo je toga morskoga rukava.“

Od jezera, koja se suše, postaju najprije močvare, a napokon čvrsto kopno; nasuprot od močvara, koje obiluju vodom, postaju postupno jezera. Ogromne Rokitno močvare u području Dnjeprovih pritoka, koje zapremaju preko 80.000□ km., čine u proljeću čitav niz plitkih jezera, a zimi i ljeti su neprohodna blata. Tako je Poyang jezero u nizini Jantsekianga za kiša vrlo prometno i živo jezero, a za suše malo ne sama močvara. Mnoga se napokon jezera odvode na dulje vremena, kao n. pr. Nižidersko jezero. Dno toga jezera tiekom sušnih godina obradjuju, a za vlažnih godina postaje ono opet kalnim jezerom.

Močvarni su priedjeli obično nezdravi. Istina, podneblje u močvarnih priedjelih na dalekom sjeveru nije nezdravo, bud zato što je toplota u onih priedjelih premalena, da se okuži izparivanjem zrak, bud što rašće upija kao spužva vodu, te joj ne da da se ugnjili. U južnih zemljah nasuprot okužuju velike močvare i blatna tresetišta zrak, te žiteljstvo u takovih krajevih strada mnogo od ubitačne groznice. Gdje takove močvarne priedjele ne okružuju guste šume, koje pridržavaju škodljive plinove, može čitava zemlja nastradati, navla-

stito kad se ljeti za žege na daleko močvare osuše, te organičke ostatke toplina raztvori i zrak okuži. S toga u močvarnih zemljah ljudi poprieko ne žive tako dugo, kao u susjednih priedjelih, koje oživljuje voda tekućica. U Ruskoj oko Rokitna močvara, u Toskanskih maremah i u Rimskoj Kampanji čitaš na bliedom licu i upalih očiju tamošnjih žitelja strahotno djelovanje okolišnih močvara. Ima dapače močvara i to u vrućem pojasu, gdje se organički ostatci još brže raztvaraju, nego u umjerenom pojasu; takovim se priedjelom upravo ubitačno približiti. Kao što pripovieda Fröbel u svojem putopisu po središnjoj Americi, okužen je u tamošnjih priedjelih tako jako zrak, da ga se ne osjeti samo, već ga se i nasiti. „Svakako spada med najveće zadaće čovječanstva, da se nepregledni močvarni priedjeli po zemaljskom površju, u kojih je još izpremiešana i susvisla voda sa kopnom, prirede za obitavanje ljudi.“

XX.

Zrak.

Vanredna znamenitost zraka po sav ustrojni život na zemlji. — Pruživost i posvudnost zraka čini zemlju malenom. — Visina zračišta. — Zrakoplovci Glaisher i Coxwell. — Lučbena počela zraka. — Ozon. — Znamenitost vodene pare u zraku. — Najznamenitija svojstva zraka. — Prozirnost. — Objam. — Teža i tlak zraka. — Barometar i njegova znamenitost za mjerenje visine. — Izobare. — Najveća i najmanja barometrijska visina. — Pojavi svjetla u zračištu. — Obća dnevna svjetlost. — Boja nebeskoga svoda. — Zora i večernji žar. — Sumrak. — Duga. — Reclus o tih pojavih. — Zračne obsjene.

1.

Zemlja bi bila bez života, svuda bi vladalo mrtvilo, da je ne okružuje zrak. Makar da se čini, kano da zrak ne pripada k zemlji, ipak je on za nju najznatniji elemenat, u kojem sav život na zemlji kola. Mi stanujemo doduše na zemlji, ali živimo od zraka i u zraku, a s nami i sve životinje i biline. Niesu samo ptice izabrana djeca zraka, već i sva bića, koja se na zemlji kreću i iz zemlje rastu. Kao svemirsko tielo sastoji zemlja od čvrste jezgre, koju okružuju dva tekuća tiela. Zemljom u užem smislu zovemo samo tu jezgru sa svim kamenjem, rudami i drugimi nepoznatimi tvarmi u zemaljskoj unutrašnjosti. Dielomice pokriva jezgru kapavo tekuća voda a nad njom se diže drugo, još više tekuće ili pruživo tekuće tielo naime zrak. Njegove struje teku neprestano med ekvatorom i polovi tako pravilno, da nas gotovo opominju na naše disanje plućima. Zračište ili atmosfera je u istinu život našega planeta, pak bi se zemlja poput svoga drugara mjeseca, na kojem po mnienju zvjezdoznanaca ne ima atmosfere, kao mrtvo svemirsko tielo u neizmjernih prostorih kretala, da nestane zraka i da prestane disati.

Zračne struje oživljuju zemaljsko površje, jer dovode ovamo neizmjerno množtvo vodenih para goram, iz kojih izviru milijuni izvora, onamo pak šire po morih suhi, tako rekuć gladni zrak, koji upija

sa površja voda bezbrojne hlapove. Tako putuje svaka čestica zraka od života k životu, od smrti k smrti, te je po tom sad vjetar, sad val morski, sad kopno ili pak životinja ili bilina kraj sve svoje neznatnosti slika i prilika neizmjernosti. Zrak je ujedno neizcrpivo vrelo, iz kojega sav život na zemlji svoj prvi dah prima i bezkrajni grob, u koji, sve što umire, posljednji put izdahne. Iste elemente, kaže Reclus, koji se razstaju sa lišćem drveća, nosi vjetar k plućam novorodjenčeta, a posljednji dah umirućega starca dionikom je boje i mirisa ružnoga. Blago povjetarce, koje se sad igra s lišćem, postaje za malo silnom olujom, čupa s korienjem jaka stabla i potaplja ladje sa ljudima. Tako promiče atmosfera uništujuć pojedine organizme cjelokupni život zemaljskoga površja.

Makar da i naliči veliki atmosferski ocean neprestanim kolanjem svojih struja prostranim oceanom voda, to ipak nije kao što su ovi zatvoren u uzke kotline. Njegove čestice prodiru svuda u unutrašnjost zemaljsku, gdje promiču raztvaranje kamenja, kao i u morske dubljine, gdje se sčvrstnu u tjelesih nebrojenih životinjica. Neprestano strujeć nosi atmosfera sa sobom sva laglja tjelesa, koja niesu za zemlju pričvršćena. Ona se laća vulkanskoga pepela, tek što je izašao iz rigala, ter ga na stotine i hiljade kilometara daleko raznosi; ona uzvitla mirijade životinjica i čitave oblake peludi, što nam sve zatim na zemlju pada kao sitni prašak. Ona diže isto more u obliku hlapova i oblaka u svoje visine i razljeva svoje vode po kopnih; ona se napuni električnimi strujami, koje zatim radjaju sjevernu luč, munju i grom. Ona posreduje kolanje tvari, koje sastavljaju zemaljsko tlo, vode i organička tjelesa.

„Sviet je malen“, rekao je Kolumbo, ali on je samo malen, jer zrak svaku daljinu skraćuje. Zrnce sjemena, ma provalilo mnogo metara i kilometara, padne ipak na mjesto, koje nije daleko majci bilini, od koje je poteklo. Sjeverne obale Sredozemskoga mora primakle su se velikim pustinjam Afričkim, s kojih im Sciroco prašinu donosi, a isto se tako može reći, da se Brazilija, kojom prolaze pasatni vjetrovi, dotiče se dalekimi Azorskimi i Kanarskimi otoci. Udaljene zemlje na kopnih postaju atmosferskimi strujami susjede, ako i ne za životinje na njihovu tlu, a ono za sve drugo, što zrak nosi. Neprestano kolanje zraka sbližuje sve krajeve na zemaljskom površju, ublažuje sve opreke, stvara njeko ravnovjesje u prirodnih proizvodih, u podnebnih odnošajih, riečju u cieloj prirodi.

Visina zrakokruga ili atmosfere ne da se tačno opredieliti. Toliko je ipak sigurno, da ne izpunjuje sav ovaj neizmjerni prostor, koji

smo svemirom nazvali. Astronomijskimi je sračunavanji dokazano, da svemirska tjelesa ne bi mogla na svom putu po svemiru podnieti takovih zapreka, kakove bi mogao prouzročiti zemaljski zrakokrug ili slične gustoće tvari. Po tom treba da držimo atmosferu sastojnim dielom naše zemlje, koja ju prati na njezinom putu u svemiru. K tomu je sigurno, da atmosfera ne seže u svemiru preko one medje, gdje bi jača bila sredobježna sila zemlje, nego li sredotežna. Ta je pak medja oko ekvatora po Laplace-u u visini od 5·6 zemaljskoga polumjera (= 36.056 km.) Isto je tako izkustvom potvrdjeno, da se po Mariottovu zakonu gustoća plinova razmjerno mienja prema tlaku, koji tlači na plinove, te gustoća atmosfere od zdola gore pada. Po iztraživanjih glasovitoga Francuzkoga fizika Regnaulta iznosi pod 45° šir. i za barometra od 760 mm. gustoća zraka $^1/_{10517}$ gustoće žive. U visini od pol milje (= 3·71 km.) iznosi gustoća zraka samo $^3/_5$, u visini od 1 milje (= 7·42 km.) iznosi samo $^2/_5$, a u visini od dvie milje samo još $^1/_6$, od tri milje $^1/_{14}$ itd., od 10 milja (74·2 km) samo još $^1/_{6000}$ gustoće, koju ima zrak na morskom površju. Budući da je dakle atmosfera u visinah sve rjedja, posve je naravno, da oni, koji se na visoke gore popinju, sve teže dišu. Zrakoplovci, koji su se do znamenitijih visina popeli, posve su se onesviestili. U visini od $1^1/_2$ milje (11·3 km.) ne bi već mogao čovjek disati, morao bi zaglaviti.

Zrakoplovci su se već u balonu podigli u visine, do kojih se kondor jedva diže. Reclus pripovieda, kako su se 5. rujna g. 1862. u balonu digli u zrak Glaisher i Coxwell, spremni ploviti atmosferom tako visoko, dok bude još i malo nade, da ostanu na životu. Mučno su već disali posve riedki zrak, srce im je silno kucalo, u ušiju im je strašno zujilo, krv im je htjela, imenito na sljepočicah, prodrieti iz žila, prsti su im se posve ukočili — nu jaka volja tjerala ih je još više. Glaisher je na to pao u nesviest, a njegov drug još ne očajava, već se diže dalje upirući oči u strojeve i prateći polagano padanje žive u tlakomjeru i toplomjeru, kao da je na zemlji u svojoj zvjezdarni u Kewu. Pošto se medjutim Coxwellu malo ne cielo tielo ukočilo, ter nije mogao već rukami držati žice na zaklopcu, pograbi ju zubima, i tek onda, kad je već osjećao, da ga samo još jedna sekunda razstavlja od smrti, pustio je da izadje plin. Kako se balon izpražnjivao, spuštao se postupno k zemlji. — Spomenuta dva zrakoplovca doprieše do visine od 10.000 ili pače od 10.800 metara, jer je živa bila spala na 165 mm. S punim pravom završuje Reclus: „Koliko su junačtvo pokazala ova dva muža, kad su na

kocku stavili svoj život, da izpitaju temperaturu atmosfere, u kojoj ne mogu živjeti ptice, a nekmoli čovjek. Doista, čovjek bi premalo cienio vanrednu jakost duha ove dvojice učenjaka, kad bi ju prispodobio sa srčanošću vojnika, koji srće u najžešću borbu na bojnom polju, opojen dimom od baruta, bojnom bukom i krvlju."

Budući da je atmosfera u visinah postupno sve rjedja, to nema sumnje, da na krajnih svojih medjah ne prestaje nenadano, već se polagano gubi, tako da se napokon niti najoštrijim motrenjem ne opaža. Po tom se dakako ne da opredieliti udaljenost najskrajnih slojeva zraka. Ipak se pokušalo, da se proračuna, kako visoko sežu oni zračni slojevi, kojim pripadaju ona obćenita svojstva, koja ima zrak na zemaljskom površju. Atmosfera, koja nas okružuje, ima n. pr. to svojstvo, da odrazuje trakove svjetla. To je razlog, da ne postane neposredno tmina, čim sunce zapadne, već traje njeko vrieme sumrak i večernji žar ili rumenilo, koje nije ništa drugo van odraz sunčanoga svjetla u zraku. Slojevi zraka na zapadnom nebu naime, koje još sunce poput kakvoga visokoga gorskoga vrhunca razsvjetljuje i onda, kad je već zapalo za žitelje, što stanuju u nizinah, odrazuju jedan dio sunčanoga svjetla, koje do njih gore još seže. To svojstvo medjutim ima atmosfera samo još dotle, dok je dovoljno gusta. Fizici su proračunali, da je zrak za odraz svjetla još dosta gust u visini od 60—80 km.

Zvjezdari su pomoću još jednoga pojava pokušali proučiti visinu naše atmosfere. Već smo gore spomenuli, da naša zemlja privlači meteore, i kad dodju u našu atmosferu, da se trvenjem u zraku upale. Prije nego li dodju meteori u našu atmosferu, imaju valjda toplotu svemirsku, koja se računa na — 160° C. Istom kad se upale, počnu se i svietliti, dok su prije bili tamna tjelesa. Opazilo se pak, da se meteori često svietle u visini od 100—150 km. Najveća visina, u kojoj se upale ta tjelesa, iznosi po Heisu 300 km., a po drugih nješto manje. Do te visine dopire dakle takav zrak, koji je još dosta gust, da se opre svemirskom tielu, koje se zemlji približuje vanrednom brzinom; opiranjem pak zraka nastaje trvenje, od kojega se meteor upali. Ima ih, koji tvrde, da zrak dopire još i dalje u svemirske visine. U tih medjutim visinah ne ima mjesta zemljopisu, tamo gospoduje astronomija. — Spomenut ćemo još samo to prema onomu, što smo gore naveli o sploštenosti zemlje, da je bez sumnje i atmosfera mnogo viša na ekvatoru, nego li na polovih.

Prije su držali zrak počelom, koje se ne da lučbeno raztvoriti. Danas znademo, da zrak sastoji od 20·96% kisika, 79% du-

šika i od 0·04% ugljične kiseline. U spomenutih sastojnih dielovih zraka ima nješto i vodene pare i to poprieko više u toplijih krajevih, nego li u hladnijih, više u nizinah, nego li na gorah, više ljeti nego li zimi, više danju nego li noću. Prema množini vodenih para u zraku mienja se donjekle postotak kisika. Na polutniku ima po prilici 3% vodene pare u zraku, koja je, kao što ćemo kašnje obširnije izvesti, vanredno znamenita za podnebne odnošaje; u naših priedjelih ima je jedva 1%.

Kisik je u zraku neobhodno potrebit za život ljudi i životinja, a uza to za svako izgaranje. Mi udišemo kisik, a izdišemo ugljičnu kiselinu, dok je kod bilina upravo obratno. Nitko o tom ne sumnja, da se bez zraka ne da organički život na zemlji ni pomisliti. Na to pak riedki misle, da i sastav našega zraka odlučuje veoma mnogo, imenito o životinjskom životu. Osobita je sreća, što je svuda onako sastavljen zrak, kao što smo gore spomenuli. Gdje se dogode znatnije promjene, tamo strada organički život. Zrak n. pr. u kojem bi dušika ili ugljične kiseline previše bilo, smrtonosan je za ljude i životinje. Nadalje je za naš život znamenito takodjer, ako se mienjaju postotci kisika u zraku. Na Atlantskom oceanu i na gorskih vrhuncih ima u zraku do 21·05% kisika. Iztrošeni zrak n. pr. u školskoj sobi ima samo oko 19·86% kisika, pak da spadne još za 1·36, to ga ne bi već niti toliko bilo, koliko ga treba, da svieća gori; da se na to još smanji kisik u iztrošenom zraku za 1·3, mogao bi čovjek samo još njekoliko minuta disati. Ako i nije baš dokazano, da je zrak, u kojem ima nješto manje od 20·96% kisika, upravo ubitačan, ipak se znade, da je barem neizravno škodljiv čovjeku i savršenijim životinjam, jer redovito radja opasne bolesti.

Spomenut ćemo ovdje još, kako u novije doba drže vrlo znamenitim za čišćenje zraka od truleži tako zvani ozon, koji je odkrio u zraku Schonbein g. 1840. Ozon nije ništa drugo van donjekle preinačeni kisik, te se razpoznaje po njekoj posebnoj fosforu naličnoj duhi, kakova se osjeća za munje. Zbog toga, što ozon škodljive plinove u zraku uništuje, kušali su njeki dobrotu zraka po sadržaju ozona mjeriti, tvrdeći, da se tamo pojavljuju epidemijske bolesti, gdje je ozona premalo u zraku. Medjutim je dokazano, da ozon ne djeluje povoljno na čovječji organizam. Napose njeki dokazuju, da je upravo ozon kriv, što noćni zrak radja tolike nazebe i prehlade. Najviše ozona ima, gdje duvaju morski vjetrovi, a najviše u zraku napučenih gradova.

Ne da se gotovo opisati, kako je znamenita za život na zemlji vodena para, koja se nalazi u zraku. Ona se neprestano mienja, svaki dan, svaki sat, da svaki čas; sada je ima manje sad opet više u zraku i to od 4—16 dielova na 1000 česti zraka. Očevidne su nam vodene pare u zraku tek, kad se s ohlade sgustnu. Svaka magla, svaki oblak, koji se u svemiru nakuplja, svaka oborina, kiša, snieg ili led, koji na zemlju pada, svaka kap rose, koja se noću na lišću stvara — sve su to živi svjedoci, da ima u zraku vodenih para. Da, vodenom parom u zraku kola sva voda na zemlji. Budući da sunce svojimi traci ugrijava manje više cielo zemaljsko površje, potiče i podržava svuda izhlapljivanje svih voda na zemlji. S toga se dižu nevidljive čestice vode u spodobi presitnih mjehurića u više priedjele. Dižući se u vis dolaze ti hlapovi u hladnije priedjele, gdje sve više ohladne te se sgustnu, pak ih onda možemo gledati kao maglu, oblake i oborinu. Zrakom dakle plove vidljive i nevidljive vodene pare, te se spuštaju u tekućem ili čvrstom obliku na zemlju, gdje se na to sakupljaju kano izvori, potoci, rieke, velerieke, da se napokon povrate u ocean, odakle su i potekle. Budući da atmosfera vodene pare, koje se dižu sa zemaljskoga površja, u se prima, ter ih na sve strane sa sobom nosi i opet natrag podaje zemlji, posreduje ona med kopnom i morem podržavajuć kolanje vode na zemlji, koje pomladjuje zemaljsko površje i o kojem ovisi sav organički život na zemlji. Da ne ima zraka, koji vodene pare tako rekuć iz mora diže i na sve strane nosi, ostale bi one u moru. Priča starih o negibljivom od lienosti ukočenom „Mare Cronium“ postala bi istinom i uz neizmjerno mrtvo more bilo bi isto tako mrtvo kopno: manjkao bi svaki vez i posredničtvo med njima.

Med svimi tvarmi i tjelesi, koja se nalaze na zemlji i u zemlji, jedini zrak može zbog svoje neznatne teže vezati i skapčati kopno i vodu. Čitava naime atmosfera sa svojom visinom od 80—100 km. ne važe više, nego li stup vode od $10^1/_3$ metra ili stup žive od 0·76 metra. To si je gotovo težko predstaviti, jer je prema toj neznatnoj teži naše perce težko kakovih 50 kgr. Nu to još nije jedini razlog, što zrak nosi vodene pare od mjesta do mjesta. Toplina naime, koja se takodjer svuda širi po zemaljskom površju, takodjer pomaže zraku, da laglje posreduje med kopnom i vodom. Premda je naime zrak vanredno lagan i neizmjerno gibljiv, ipak je kraj svega toga još dovoljno gust i suvisao, da tako rekuć omata zemlju i time zadržava toplinu i vlagu, koje su potrebne za život na zemlji.

Najočevidnije svojstvo atmosfere je svakako njezina prozirnost. Atmosfera je naime razmjerno vrlo prozirna, dakako ne podpuno, jer ne ima u naravi nigdje posve čistoga zraka. Sunčano svjetlo prodirući okomito kroz zrak, izgubi $^1/_5$ svoje jakosti; stoji li pak sunce u horizontu, iznosi njegova svjetlost i sjaj samo $^1/_{60}$ sjaja i svjetlosti, koju bi primala zemlja, da nije okružena atmosferom. Atmosfera medjutim nije svuda jednako prozirna. S visinom atmosfere raste i njezina prozirnost, a isto tako raste ona i prama polutniku. Prozirnost atmosfere na Pic Tenerifi, „koji se iz mora tri puta više diže, nego li su visoki ljeti onuda oblaci“, jest po svjedočanstvu Humboldta vanredna. Poradi jače prozirnosti atmosfere u tropskih zemljah vide se tamo omanje zviezde, kojih u naših stranah ne možemo nikada vidjeti. Dr. Emin Bey, koji je pod 0·20′ sjev. šir. više mjeseci bilježio meteorološka opažanja, našao je takodjer tamo atmosferu vanredno prozirnom. On spominje opetovano u svojih meteorološkib opažanjih, da se tamo zviezde vanredno, neobično sjaje i da gotovo njekim sjajnim plamenom žare. Isto je tako vrlo prozirna suha atmosfera njekih unutrašnjih zemalja i pod visokom zemljopisnom širinom n. pr. u Sibiriji. U naših je stranah atmosfera najprozirnija onda, kad se iza dulje kiše ili iza oluje naglo razvedri nebo. Zrak je manje proziran za posve suhih i vedrih dana. Razlog je tomu po mnienju A. de la Rive, što ima u zraku puno sitne prašine i presitnih bilinskih zametaka. Postane li zrak vlažnijim, postaju spomenute stvari u zraku prozirnije, a padne li na to kiša, padaju s njom i te tvari na zemlju.

Objam je zemaljske atmosfere po onom, što smo o njezinoj visini spomenuli, dosta ogroman. Pa ipak je uzprkos tomu teža našega zraka, kao što smo već čuli, prema teži ostalih tvari na zemlji posve neznatna. Na morskom je površju stup zraka od svoga tla do skrajne medje naše atmosfere težak kao stup žive sa istom temeljnicom visok 760 mm. Prema tomu težka je cjelokupna atmosfera kao ocean žive, koji bi 760 mm. visoko pokrivao cielo zemaljsko površje. Ta teža iznosi 110.000 bilijuna centi, a jedva milijunti dio težine ostale zemaljske mase. Na svaki četvorni metar zemaljskoga površja tišti zrak tlakom od 10.350 kg. Mi ne osjećamo toga tlaka, jer nas sa sviju strana jednako okružuje i tlači. Ako se medjutim naglo promieni tlak zraka, mogli bi težko nastradati. Navala krvi prema vanjskim dielovom tiela, imenito na nos, usta i oči, koja je zatekla zrakoplovce i one, koji se popinju na vrlo visoke gore, nastaje upravo s toga, što se dosta naglo oslabio tlak zraka. Kad bi mogli iz svih pora i šupljina čovječjega tiela, koje tlači tlak zraka

po prilici silom 12.000—14.000 kgr., nenadano odstraniti zrak, tako da se ne bi vanjskomu tlaku zraka mogla opirati nikakva protutežina zraka u našem tielu, to bi teža izvanjskoga zraka smjesta čovjeka satrla.

Jakost tlaka, kojom tlači zrak svojom težom i pruživosti, mjeri se tlakomjerom ili barometrom. Obično je ciev barometra izpunjena stupom žive, koji je u visini od 760 mm. ravan tlaku, kojim tlači zrak na površje morsko. Čim je jači tlak zraka, odmah naraste i stup žive u cievi barometra, čim je pak slabiji tlak zraka, pada i stup žive. Pomoću barometra može se dakle mjeriti raznoliki tlak zraka, koji se inače poradi svoje neznatnosti niti ne opaža. Pokusi sa barometrom nas uče, da je teža zraka ili što je isto, tlak zraka to manji, što se više nad lice morsko popinjemo, a osim toga da se na jednom istom mjestu neprestano mienja tlak zraka.

Ako si predočimo, da na svaku čest pruživoga zraka tlači teža svega zraka, što je nad njom, to će nam jasno biti, da su najdolnji slojevi zraka, na kojih je najveći tlak, najgušći i najteži, najgornji su nasuprot najrjedji i ujedno najlaglji. Zrak tlači, kao što smo rekli, u istinu na površju morskom 760 mm., u visini od 3527 m. samo još $^{3}/_{5}$ (t. j. 490 mm.), u visini od 5500 met. oko polovice tlaka na morskom površju. U visini od 70—80 km. mora da je tlak zraka tako neznatan, da bi tamo živa u barometru još samo 1 mm. visoka bila. Na toj je dakle visini zrak tako riedak, kao u tako zvanom bezzračnom prostoru, kakav dobijemo pomoću najboljih zračnih sisaljka.

Sa visinom pada postupno tlak zraka. Podignemo li se nad lice morsko za 10·52 met. pada barometar za 1 mm.; hoćemo li, da još za 1 mm. padne, to se moramo više uzpeti, nego li za daljnih 10·52 met. Popnemo li se do visine od 2500 met., gdje je tlak (dakako kod 0° toplote) samo još 555 mm., to se moramo još podići za 14·5 met., da spadne barometar za 1 mm.; a na Potoziju u Boliviji 4300 met. visine mora se još uzpeti za 16·8 met., želimo li da barometar još za 1 mm. spadne. Pošto s visinom zraka barometar postupno pada, može se barometrom visina zraka mjeriti. Prvi je visinu mjerio barometrom P é r i e r po predlogu glasovitoga Francuzkoga matematika i fizika P a s c a l a. Od onoga vremena proputovao je barometar gore i doline, da protumači reliefne odnošaje prostranih zemalja. Da ne ima barometrijskih mjerenja visine, još nam ne bi bili poznati visinski oblici velikoga diela Evrope.. To nam najjasnije svjedoči, kako je barometar vrlo znamenit stroj za prirodni zemljopis.

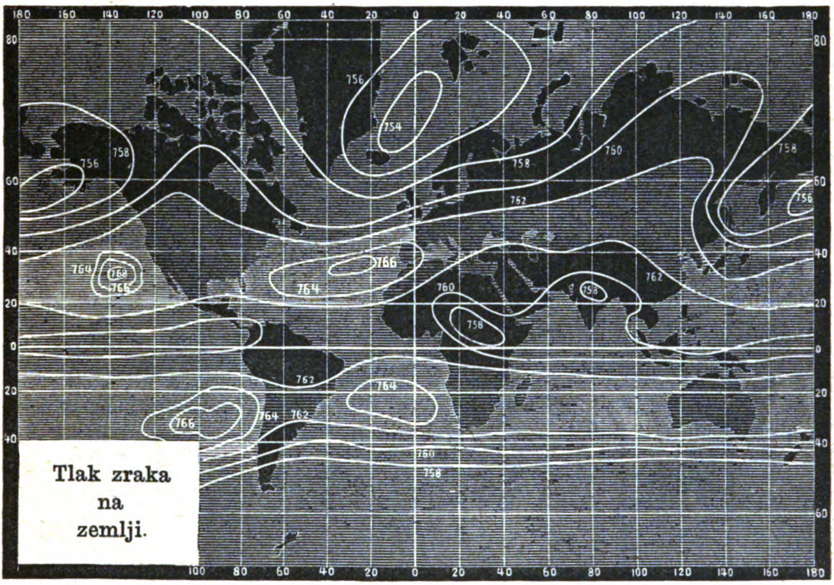
Kad ne bi i druge okolnosti djelovale na tlak zraka, već jedino visina nad licem morskim, to bi mogli na barometru čitati visinu svake tačke na zemaljskom površju. Nu jakost zračnoga tlaka ovisi takodjer o zemljopisnom položaju. U srednjih je zemljopisnih širinah med 30° i 40° naime tlak zraka u obće jači, nego li na polovih i polutničkih priedjelih. U polutničkih je krajevih minimum barometra 758 mm.; prema polom raste s početka polagano, a zatim brže; med 30° i 40° dodje do maksima (762—764 mm.), a čim ide dalje na sjever, pada, dok med 60° i 70° ne postigne minimum (oko 756—753 mm.). Na južnoj je polutci tlak zraka u obće manji, nego li na sjevernoj.

Napokon se opaža, da se i na istom mjestu, pravilno i nepravilno, mienja tlak zraka. U prvi mah čine se posve nepravilne promjene na barometru; motrimo li pak dulje vremena, redovito, poslije kratkih stanka barometar, to ćemo se uvjeriti, da se pravilno mienja tlak zraka. Oko 4 sata u jutro je poprieko barometar najniži, zatim raste polagano do $^1/_2$10. ure u jutro, a na to opet pada do 4. ure poslije podne. Sada počne po drugi put rasti do 10. ure na večer, kad je najviši, a zatim opet pada do 4 sata u jutro. Barometrijska visina ima dakle svaki dan svoja dva maksima: u jutro oko 10 sati i poslije podne pred zapadom sunca, i dva minima: u jutro prije izhoda sunca i poslije podne oko 4 sata. U ostalom te dvie promjene barometra niesu znamenite; one iznose u naših stranah jedva oko $^1/_2$ mm., a k tomu se slabije opažaju zbog nepravilnih većih promjena, koje su kadkada nagle i silovite, a gdjekada opet polagane i neznatne. Jače se opažaju svakdašnje periodične promjene barometra u vrućem pojasu. One iznose kadkada preko 2 mm., te se tako redovito svaki dan u stanovito vrieme mienjaju, da se po barometru može dnevno doba opredieliti.

Trajnimi opažanji barometra možemo pronaći i godišnje periode u promjeni zračnoga tlaka. Pod svakom zemljopisnom širinom je popriečni tlak zraka zimi najjači, a ljeti najslabiji. U viših zemljopisnih širinah ipak je manja razlika med najvećim i najmanjim tlakom godišnjim (t. j. amplitude), nego li u vrućem pojasu. Isto su tako godišnje promjene zračnoga tlaka na oceanih i u viših zračnih slojevih manje izrazite i nepravilnije, nego li na kopnih i u onih slojevih zraka, koji su zemlji bliži. Nadalje su nepravilne promjene zračnoga tlaka zimi najveće, a ljeti najmanje. Kao što se po Humboldtu toplota na zemlji zorno crtami prikazuje, isto tako predočuju u novije doba i tlak zraka, ne gledeć na visinu, crtami, koje se zovu

izobare. One nam na prvi mah jasno kažu, kako je razdieljen na zemlji tlak zraka. Sl. 50. nam kaže popriečni godišnji tlak zraka.

Mjeseca siečnja je najveći tlak zraka u Aziji (778 mm. na Bajkalskom jezeru) i u sjevernoj Americi (770 mm.) a mjeseca srpnja nad sjeverno-atlantskim oceanom (769 mm.); najmanji tlak zraka je mjeseca siečnja u sjeverno-atlantskom (Islandija 745 mm.) i u sjeverno-pacifičkom moru (Kamčatka 752 mm.), u vrućem pojasu preko južne Afrike i Australije i u južnom dielu Atlantskoga oceana (kod 60° do 740 mm.); najmanji tlak zraka mjeseca srpnja ide preko unu-



Sl. 50. Izobare kažu poprječni godišnji tlak zraka.

trašnje Azije (750 mm.), unutrašnje sjeverne Amerike, u ekvatorijalnih priedjelih Tihoga oceana i preko južno-atlantskoga oceana (740 mm.). Po tom se vidi, da zrak velike kopnene gromade zimi jako, a ljeti slabo tlači, dok se nad oceani u tom pogledu opaža donjekle ravnovjesje. Glavni je tomu uzrok, kao što ćemo u sliedećem poglavju vidjeti, raznolika toplota zraka.

2.

Spomenimo još njeke slične pojave u zračištu, koji se osnivaju na lamanju svjetla. Da je zračište ili atmosfera podpuno prozračna, to bi se

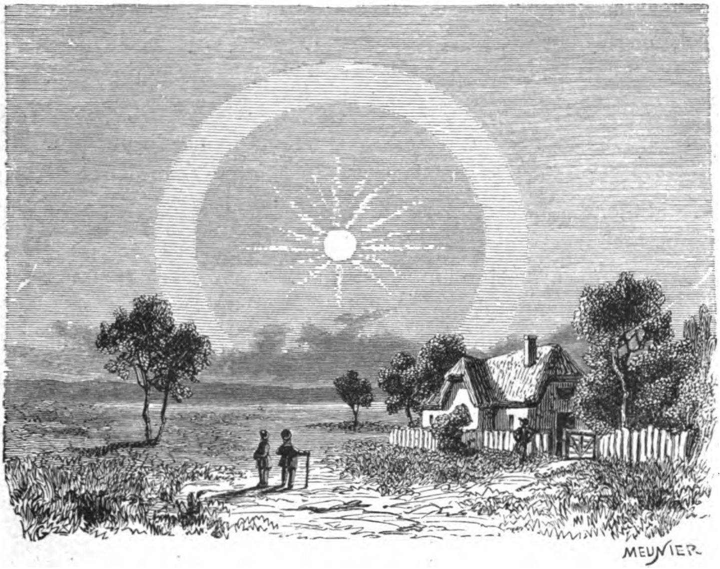
odnosila prema trakovom sunčanoga svjetla po izpitivanjih i opažanjih Tyndalla kao optički prazan prostor t. j. ne bi se svjetlo nimalo odrazivalo. Po tom bi nebeski svod i onda, kad je sunce nad horizontom, bio absolutno crn, a i na zemlji bi svuda, dokle ne dopiru izravno sunčani traci, vladala podpuna tmina. Obćenita dnevna svjetlost, koja nastaje lamanjem i razsipanjem sunčanoga svjetla, potječe od čestica prašine i od vodenih para u atmosferi. Da je dakle i na takovih mjestih, na koja ne padaju sunčani traci izravno, n. pr. u sjeni, u naših sobah itd. ipak svjetlo po danu, uzrokom su one primjese zraka, koje jedan dio svjetla, što pada na njih, pridrže i na sve strane razsiplju. Sto je zrak prozirniji, to jače djeluju neposredni sunčani traci, nu to je obćenita dnevna svjetlost slabija. S toga je, kad je zrak čist, na vrhuncu visokih gorah mnogo veća opreka med zasjenjenimi tačkami i onimi na suncu, nego li pod istimi prilikami u nizinah. Kad su na nebeskom svodu posve riedki oblačići, obća je svjetlost i jasnoća mnogo veća, nego li za posve vedra neba.

Boja je nebeskoga svoda za vedra neba sad jasna, sad opet tamnomodra prema tomu, koliko ima u zraku vodenih para i u kakovom su stanju. Budući da je nebeski svod to tamnije modrine, što je manje u atmosferi vlage, t. j. što su manji parni mjehurići u zraku, to je u tropskih i unutrašnjih zemljah nebo mnogo ljepše modrine nego li u hladnijih priedjelih i u primorjih. U Senaaru je Bruce poradi velike prozirnosti i tamne modrine neba često po danu prepoznao na nebeskom svodu Veneru. U polarnih je krajevih nebeski svod tako taman, da se po opažanjih Saussura pod zgodnimi prilikami mogu i danju zviezde vidjeti.

Najprozirnija je vodena para u najviših slojevih atmosferskih, a zato je nebeski svod tamnije modrine u zenitu, nego li na drugih tačkah. Najdalji slojevi atmosfere su najpuniji vodene pare i dielomice neprozirnih čestica, koje otimlju sunčanim trakom najviše modrine, te čine da žuti i crveni traci, koji najdalje prodiru, do nas dodju. Za sunčanoga izhoda i zapada pak moraju sunčani traci da provale po prilici put od 300 km., dok prodru do najdolnjih slojeva zraka. Po tom je posve razumljivo, što je tada zračište tamnožute boje, koja prelazi u crvenkastu. Zora je redovito slabije rumena, nego li večernji žar, jer ima u zraku jutrom redovito manje vodenih para, nego li večerom. Vrlo rumena zora znači skoru kišu, jer nam kaže, da je za to doba dana neobično mnogo vodenih para u zraku. Što se više diže sunce nad horizontom, postaje s početka zračište ili atmosfera

ćkaste boje — slikari ju zovu „toplijom bojom“ — koja zatim polagano prelazi u bielu boju.

Kao što modrina nebeskoga svoda, zatim zora i večernji žar postaju lamanjem svjetla u atmosferi (zračištu), isto tako postaje sumrak i dúga. Sumrak produljuje dan u jutro i u večer, on je tako rekuć posrednikom med danom i noći. Obično se razlikuje gradjanski ili obični i astronomijski (zvjezdarski) sumrak. Onaj se sumrak završuje, kad se ne vidi više bez svjetla u kućah, a to je obično, čim je sunce za 6^0 do $6^1/_2{}^0$ zapalo za horizont. Astronomijski (zvjezdarski) pak sumrak završuje onda, kad izčezne posljednji trak svjetlosti na zapadnom nebu. Po



Sl 51. Okrug oko mjeseca u Norvežkoj.

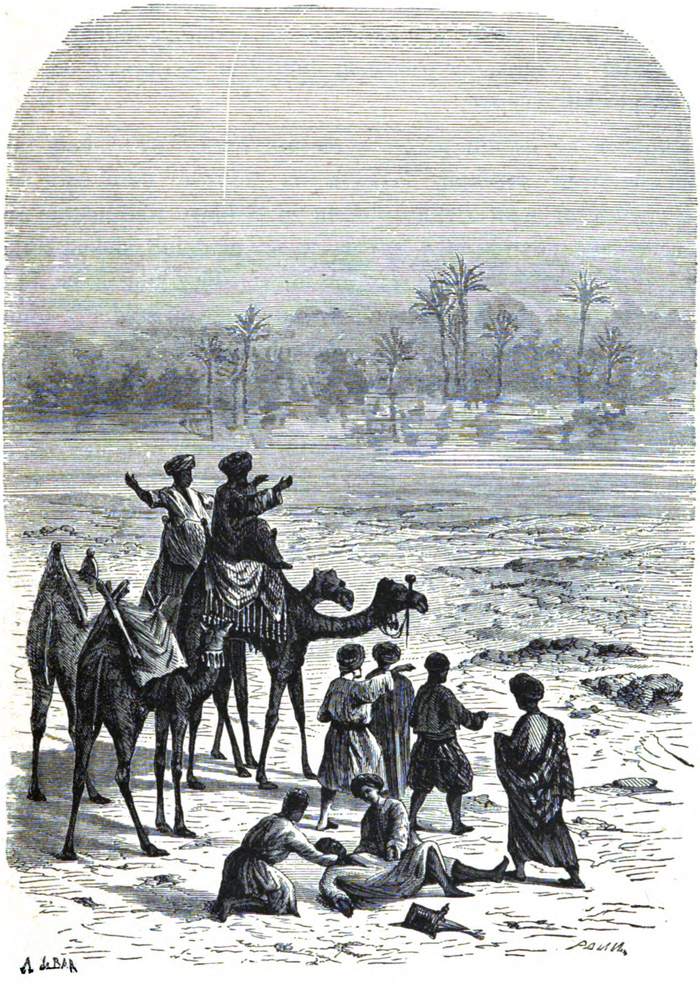
starijih opažanjih biva to, čim je došlo sunce za 18^0 pod horizont. Po tačnijih medjutim iztraživanjih Julija Schmidta u Ateni nestane i posljednjega tračka sumraka, kad je sunce došlo pod horizont za $15^9/_{10}{}^0$ a slično je Behrmam opažao u polutničkih priedjelih konac sumraka, kad se sunce za $15^6/_{10}{}^0$ spustilo pod horizont. Budući da sunce u raznih priedjelih naše zemlje ne stigne do 16^0 ili 18^0 pod horizont (obzorje) u isto vrieme, posve je naravno, da niti sumrak ne traje svuda jednako dugo. Povučemo li na 18^0 pod horizontom tako zvanu sunčanu kružnicu, onda će posljednji trak sumraka izčeznuti, čim sunce stigne do te kružnice. Što dakle sunce više koso

prema horizontu zapada, treba bez sumnje više vremena, da dostigne sunčanu kružnicu, jer mora dulji put provaliti, nego na onoj tački, gdje manje više okomito na horizont zapada. Ovo se pak dogadja na polutniku, jer je prividno putište sunčano sve više koso prema horizontu, što dalje idemo na sjever ili jug od polutnika. S toga je sumrak u polutničkih priedjelih najkraći, a raste na obje strane prema polom. U njekih krajevih u stanovito doba godine niti ne stigne sunce do 18° pod horizontom, te ni ne dopre do sunčane kružnice. Tamo onda niti nema prave noći, već razstavlja dane samo neprekinuti pónoćni sumrak. To se dogadja u priedjelih nad $50^1/_2$° sjev. šir. svake godine 1. lipnja. U Petrogradu n. pr. traju jasne noći od 27. travnja do 15. kolovoza. Imenito je za polarni pojas sumrak od velike koristi, jer skraćuje noć, koja bi inače njekoliko mjeseci trajala. Pod 70° šir. traje dan od 20. svibnja do 23. srpnja; noći pak prije toga počevši od 30. ožujka, a iza toga do 12. rujna posve razsvjetljuje sumrak. Na sjevernom polu počinje jutarnji sumrak 4. veljače, sunce izlazi 21. ožujka a zapadne 23. rujna; 6. pak studenoga prestane večernji sumrak. Po tom skraćuje sumrak podpunu noć na 90 dana.

O drugom atmosferskom pojavu „krasnoj kćeri sunca i slikovitoj dúzi“ spomenut ćemo, da nastaje takodjer lamanjem sunčanih trakova, koji se odrazuju od kišnih kapi. S toga može nastati dúga jedino onda, kad se sastane kiša sa suncem, ter se pojavi uviek na suncu nasuprotnoj strani nebeskoga svoda.

Reclus, pošto je opisao sve spomenute atmosferske pojave, zaključuje ovako: „Atmosfera (zračište) nije samo posrednica raznolikih gibanja na našoj zemlji, već resi ujedno prirodu divnim nakitom prekrasnih boja. Odrazujuć atmosfera modre trakove sunčanoga svjetla podaje nebu onu preliepu azurno-modru boju, koja se mienja prema visini mjesta, množini vodenih para u zraku i prema nasuprotnom djelovanju oblaka. Lamanjem svjetla, koje nastaje, što moraju sunčani traci koso prodirati kroz zračne slojeve, najavlja se sunce nježnim sjajem sumraka, za kojim zatim sliedi sjajno-krasna zora. Samo sunce pokaže se žarkim rumenilom već prije, nego je astronomijski izašlo upravo tako, kao što se i na večer, pošto je već zašlo, još odsjajuje purpurnom bojom na zapadnom nebu. Bez pruživoga zraka, koji zemlju odasvud okružuje, ne bi bio toli čaroban, toli dražestan izhod i zapad sunca. I svi drugi upravo divni pojavi u zraku, o kojih meteorologija obširno razlaže, bili bi nam nepoznati, kao n. pr. dúga, krugovi oko sunca i mjeseca (sl. 51.), pasunca, a nada sve

onaj prekrasni, uzhićujući prizor planinskoga rumenila, koje se često više nego 20 minuta poslije sunčanoga zapada razljeva ružičastim žarom po snieżnih vrhuncih i ledenih poljanah Alpinskih. Ništa u



Sl. 52. Zračne obsjene u Sahari.

istinu nije nalično na onaj čudnovati prizor, koji nastaje zbog opreke med dolnjimi ogranci gora, koje je već prikrila noćna tama, i med vrhunci Alpinskimi, koje razsvjetljuju odrazujući se sunčani

traci. Kad je već Aiguille Verta i sve ostale susjedne vrhunce Montblanka mrak pokrio, čini se ovaj najviši vrh Evropski kao preobražen bljeskajućim se svjetlom, koje se odrazuje sa njegovih snieżnih poljana. Čovjeku se čini, kano da motri predmet, koji ne pripada zemlji. Na to nenadano ugasne žar, sjajuće boje brzo se izgube, da se ugnu prizoru, koji se doista može nazvati mrtvačkim, jer kao što kaže Saussure: „ništa nas na svietu ne opominje toliko na opreku med životom i smrću u čovječem licu kao taj prelaz od dana na noć u Alpinskih visinah“.

Napokon su osobiti pojav „zračne obsjene“, koje takodjer nastaju odrazom sunčanih trakova na njihovu putu kroz zračište Sl. 52. prikazuje nam zračne obsjene u Sahari. Kad naime sunčani traci zemaljsko površje jako ugriju, to su najdolnji slojevi zraka tako rekuć rahli i laglji, nego li gornji slojevi. Razgiblje li na to vjetar zrak, to se ovaj diže drhćući nalično na dim, koji suklja iz dimnjaka, te se čini, da svi predmeti iza takova zraka takodjer trepeću. Ako je pak zračište posve mirno, odrazuju se svi predmeti, okruženi gušćimi slojevi zraka kao u kakvoj površini vode, ter ih vidimo dvostruko. Usred suhih pustara stotinu kilometara daleko od potoka vidi se grmlje i stienje, kao da se zrcali u kakovom vrelu; na moru vide se ladje i obale kao da lebde u visini, pače na nekih velikih trgovih u gradovih vidimo kadkada, ako sunce jako pripiče, kano da kakva kristalna tekućina obljeva podnožje kipova, u kojoj se zrcali sam kip. Takove optičke varke zovu u Italiji „fata morgana“, u Ugarskih pustah „delibab“, a u ravnicah Hindostana „žedjom gazela.“ Zračne obsjene zavaravaju pogibajuće već putnike u pustinjah prikazujuć im zelene oaze i žuboreća vrela u daljini, u istinu ih pak čeka tamo samo suša i pustoš, strašna žedja a možda i smrt. Po pripoviedanju Palgravea pričinjaju se u Arabskih ravnicah svaki dan njeki priedjeli kao neizmjerna jezera. Što se sunce više približuje zapadu, sve se više udaljuje ta magička slika, dok je posve nestane; sutradan oko 10 ili 11 sati pojavlja se iz nova.

Kod zračnih se obsjena obično postrance zrak giblje pomičuć medjusobno predmete, upravo kao što se to vidi kod stakla nejednake debljine. Tada se vidjeva, kako se velike mase raznolike podobe sad desno, sad opet lievo od udaljenih predmeta odkidaju i čudno u zraku lebde. To se najljepše vidi u polarnih morih, pokritih santami leda i ledenimi gorami, koje su već i onako neobična oblika. Tamo pokrivaju morsko lice šilji i igle, grebeni i stiene, koje se sad jedna

drugoj uklanja, sad se opet sbližuju, ovdje ih nestane, a ondje se opet pojave. Što se tiče pak čudnovatih čarobnih slika, o kojih se kadšto čuje, da ih vide putnici u pustinjah, kao n. pr. čitave šume paoma, hramove na stupovih, karavane, čitave vojske itd., čini se Reclus-u, da su samo plod grozničave tlapnje. „Pod onim usijanim suncem, u tamošnjem žarkom zračištu, na onih upravo nemilostivo ugrijanih ploštinah, uzavrije čovjeku napokon i mozak, razdraži se mašta, ter oko konačno vidi samo tvorbe mašte.“

XXI.

Oborina.

Množina vodene pare u zraku. — S toplinom raste i izhlapljivanje. — Zasićeno zračište. — Rosa. — Magla. — Oblaci i njihova visina i krupnoća. — Kopneni i pomorski oblaci. — Glavne vrsti oblaka. — Kako djeluju oblaci na ljude. — Naoblačenost neba. — Snieg. — Solika. — Tuča. — Zakoni oborine. — Kako djeluju šume na oborinu. — U vrućem pojasu pada najviše kiše. — Pojas bez kiše. — Subtropski pojas zimskih kiša. — Oborina u svako godišnje doba. — Kako se mjeri visina oborine. — Razdioba oborine po Evropi.

U zraku ima uviek vodenih hlapova i ti su ili nevidljivi, ili su u spodobi oblaka i magle. Glavni su izvor zračne vode velika svjetska mora, koja se neprestano izhlapljuju. U manjoj mjeri prima zrak vlagu od jezera, rieka i od gustih šuma. Premda vjetrovi neprestano nastoje, da odnesu vodene hlapove sa površja morskoga u unutrašnjost kopna, ipak je posve naravno, da ima u zraku sve manje vodenih hlapova, što idemo dalje od primorskih krajeva prema unutrašnjosti kopna.

Svake se godine neizmjerno mnogo vode izhlapi. Proraćunalo se, da bi sva godišnja oborina površinu od 625.000□ km. (po prilici prostor naše monarkije) 1·2 km. visoko pokrivala. Tolika se dakle množina vode diže svake godine iz mora i sladkih voda u zrak. U prvi mah bi čovjek mislio, da se mora s tolikoga izhlapljivanja umanjiti neizmjerna voda na zemaljskom površju. Nu tomu nije tako. Što se naime voda pretvara u nevidljivu paru, tek je polovica kolanja vodene mase. Hlapovi bo se u zračištu opet sgustnu u vodu, te se vraćaju na zemaljsko površje kao rosa, oblaci, kiša i snieg. Oba pojava izhlapa i sgustnuće vode u obće su si ravna: u cielosti se vraća naime na zemaljsko površje, dotično k morem, upravo toliko vode, koliko se diže u zrak. Veći dio vode, što no se spušta oborinom na zemlju, dolazi riekami k moru, a manji dio opet izhlapi na kopnu. Voda se izhlapljuje za svake toplote (temperature),

nu brzina, kojom se izhlapljuje, raste sa toplinom. S toga se u obće više vode izhlapi danju, nego li noću, ljeti više, nego li zimi, u polutničkih priedjelih više, nego li u umjerenom i polarnom pojasu.

Zrak može za svake toplote samo stanovitu množinu vodenih hlapova primiti i pridržati kao nevidljiv plin. Kad je upio najviše (maksimum) vodenih hlapova, kaže se, da je zasićen. Poveća li se toplota zasićene atmosfere, to može još više vodenih hlapova upiti; spadne li pak njezina toplota, to ne može uzdržati onolikih hlapova, već se ovi pretvore u vodu, koja se ili zaustavi na površju još preostalih hlapova, ili pada na zemlju kao kiša. Suhom zovemo atmosferu ili zračište, ako nije ni malo zasićeno vodenimi hlapovi; u protivnom slučaju zovemo ga vlažnim. Ova su medjutim imena relativna, jer ne smijemo po njih zaključiti na absolutnu množinu vodenih hlapova u zračištu.

Pri toploti od 25° C. može biti u zraku u svakom kub. metru $22^1/_2$ gr. vodenih hlapova. Ima li n. pr. u zraku samo 14 gr. vodenih hlapova, to nije zrak još nimalo zasićen, već je suh. Za toplote do 10° C. može zrak upiti na kub. metar samo 9·7 gr. vodenih hlapova. Recimo, da je u zraku takve toplote 8 gr. vodenih hlapova, to je onda malo ne zasićen, te se čini vrlo vlažnim, makar da ima u zraku u istinu manje vodenih para, nego li u prvom slučaju. Mi znademo, da obilje vodenih para u atmosferi od ekvatora prema polom pada, premda je zrak u viših zemljopisnih širinah vlažniji, nego li kod ekvatora. Absolutna vlaga zraka kaže nam, koliko ima u zraku u istinu vodenih para, a relativna vlaga zraka nam kaže, u kakovom je odnošaju prava sadržina vodenih hlapova prema tomu, koliko bi moglo biti u zraku vodenih hlapova za dotične toplote. Ohladni li zrak, u kojem ima vodenih hlapova, to raste relativna vlaga zraka, ohladni li još više, to mora zrak napokon da se zasiti vodenimi parami. Spadne li konačno još toplota, to se odiele tako rekuć prekobrojni vodeni hlapovi, te se sgustnu u male vodene mjehuriće, u paru ili u maglu. Zrak najčešće ohladni, ako dodje u doticaj s hladnim tielom, ili opet kad se pomiešaju zračne mase raznolike toplote, ili napokon kad se dižu zračne struje. Doticajem zraka sa hladnim tielom nastaje rosa i inje (rosa izpod 0° u podobi ledenih kristala), a često i m a g l a. Kao što se na hladnom prozoru vlaga toploga zraka u sobi obara u spodobi sitnih kapljica, isto se tako sgustne u rosne kapljice zračna vlaga na travi, livadah i u šumah, koje su se ohladile noćnim žarenjem. Rose ne ima, gdje je zrak jako suh, dakle u stepih i pustinjah, a vrlo je obilna u tropskih zemljah i u gorah. Kad se za hladnijega godišnjeg doba tlo za vedrih

noći žarenjem naglo razhladi, dočim je bio prije dan topao i vlažan, onda nastaju guste magle, koje ne sežu visoko. To se često dogadja, imenito u polarnih zemljah.

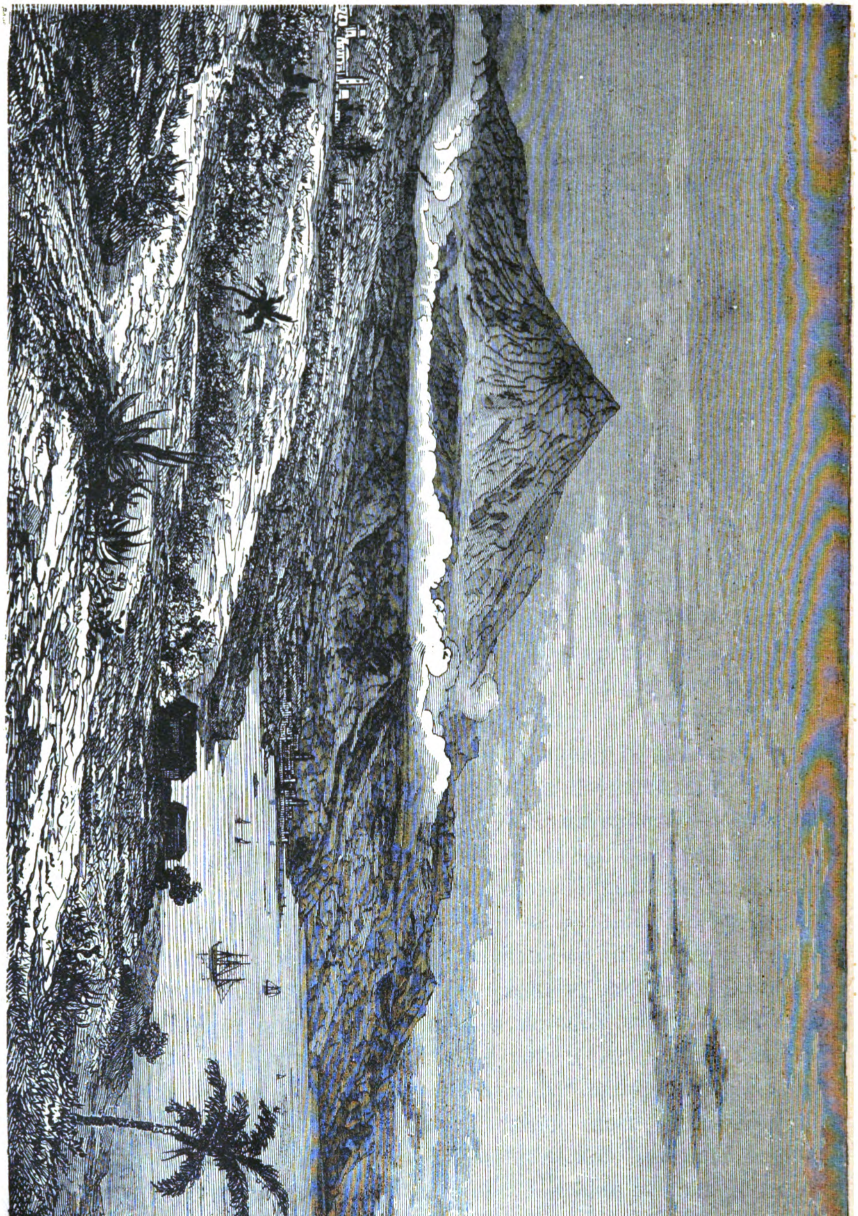
U većoj se mjeri sgustnu vodeni hlapovi, kad se pomiešaju zračne mase raznolike toplote, ili pak kad se zrak diže u visine. Imenito nastaju izdašne oborine, kad se dižu u vis vlažne zračne mase. Digne li se, kaže dr. Hann, n. pr. za 25° C. toplote zasićeni zrak od lica morskoga do visine od 1000 met., to se razhladi za 4° C. Kod 21° C. pak može držati zrak samo 18·1 gr. vodenih hlapova, te se po tom mora sgustnuti (22·8 — 18·1 = 4·7 gr.) 4·7 gr. vodenih hlapova na kub. metar. Da se diže zrak brzinom od dva metra u sekundi neprestano sve do 1000 met., to bi se u jednoj uri sgustnulo vode 33·6 kg. na jednom četv. metru, a to je 36 mm. visine kiše, što je za naše krajeve vanredno veliko obilje kiše za jedan sat.

Dok su vodeni hlapovi plinovita oblika, ne oslabe prozirnosti atmosfere; dapače se drži neobično proziran zrak predtečom kiše. Čim se medjutim počnu vodeni hlapovi sguštavati, mute atmosferu: s početka se mieša modra boja neba sa bielom, dok ne prevladaju crveni i žuti trakovi svjetla. Sgustnu li se sve više vodeni hlapovi, postaje nebo bielo-mutno, oko sunca i mjeseca načine se svietli kolobari, ili kao što se obično kaže, mjesec je u čaju, a to znači kišu. Riedko su vodeni mjehurići u atmosferi ili zračištu posve jednako porazdieljeni, već se obično nagomilavaju sad ovdje, sad ondje u veće rpe, koje odrazujući svjetlo i bacajući sjenu lebde u zraku, te se zovu oblaci. Ovi dakle nastaju upravo kao i magla, od koje se samo svojim položajem razlikuju, jer nastaju u viših zračnih slojevih. Visina atmosfere, u kojoj se oblaci načine i drže, za svako je godišnje doba, za svaku okolicu, prema toploti i smjeru vjetrova različita. Imenito ima med oblaci, koje oluje tjeraju, i takovih, koji se gotovo dotiču vrhova kuća i drveća. Drugi su opet njekoliko stotina metara visoki, a njeki su iste visine sa najvišimi gorskimi vrhunci. Zrakoplovci pak, koji su se nad najviše gorske vrhunce u atmosferu popeli, tvrde, da su još nad sobom vidjeli oblaka. Liais je astronomijski izmjerio najveću visinu oblaka na 11.540 met., dakle visinu, koja za 3 km. pretječe najviše zemaljske vrhunce, a bez sumnje se dižu njeki oblaci u još više atmosferske slojeve. Popriečna visina onoga pojasa, u kojem se sgušćuju vodeni hlapovi, računa se za zapadno evropske zemlje na 2000—3000 met., te nadilazi po tom Vogeze, dok ju nadvisuju Pirenejska bila i visoke Alpinske gromade. U ostalom se i taj pojas

poradi promjenljivosti temperature često mienja, te je imenito ljeti viši, nego li zimi.

Krupnoća ili debljina oblaka je kao i njihova visina vrlo raznolika. Med nježnom i prozirnom maglenom koprenom, preko koje se još zviezde vide, i onom ogromnom 5000 met. visokom gromadom oblaka, koju su g. 1850. Barral i Bixio svojim balonom preplovili, ima oblaka raznolikoga premjera. Peytier je u Pirenejih 48 puta mjerio debljinu oblaka, te je kao popriečnu debljinu pronašao 450 do 500 met. Po Piazzi Smithu iznosi debljina slojeva oko otoka Tenerife, gdje su metereologijski pojavi u obće vrlo pravilni, obično oko 300 met. U ostalom se dogadja često, da se više oblačnih slojeva razdaleko jedan nad drugim naslažu, te je onda premjer oblačnih masa, koje se nad njekom tačkom na zemlji dižu, vrlo velik. Slojevi se oblaka naslažu jedan preko drugoga osobito zbog nasuprotnih zračnih struja, koje u raznih atmosferskih visinah vladaju; a gdjekada se nakupi jedan sloj nad drugim za posve mirne atmosfere. To biva ovako. Najdolnji sloj oblaka jest prama višim prostorijam atmosfere njeke vrsti more, kojega se vlaga djelovanjem sunčanih trakova upravo tako izhlapljuje, kao što more ili jezero na zemlji. Oni nevidljivi hlapovi sgustnu se zatim u viših visinah i u hladnijem zraku na novo i tvore drugi sloj oblaka, a na isti način postane kadkada i još dalji sloj oblaka.

Pošto se na različiti način sgustnu pače i smrznu vodeni hlapovi u zraku, to i oblaci nad kopni, mori i riekami izgledaju raznoliko. Njeki putopisci n. pr. tvrde, da su Američki prvosjedioci, koji su dobro razumievali sve prirodne pojave, dok su se još skitali po dalekih ravnicah sjeverne Amerike, tok Misisipija razpoznavali već iz daleka po dugih protegnutih oblacih, koji se ondje dižu i prate tu velerieku. Najbolje se dade opreka med kopnenimi i pomorskimi oblaci promatrati na obalah oceanskih otoka. Na Afričkom otoku Tenerifi, koji nam prikazuje sl. 53. ta je opreka najočitija. Ljeti se širi velika biela koprena oblaka, koju donose pasati, jednako nad cielim morem; za mirna pak vremena okružuju ti oblaci u njekoj udaljenosti obronke vrhunca Pico de Teyde, tvoreći oko otoka 200 do 300 met. visoki nasip. Unutar toga nasipa, koji tvore morski oblaci, ima taj otok svoj posebni pojas oblaka, koji su mnogo niži, nego li morski oblaci, hvataju se tako rekuć gorskih obronaka. Ti kopneni oblaci imaju posve drugačiji oblik i boju, nego morski oblaci, a i posve se drugčije giblju. Piazzi-Smyth, koji je čitave mjesece iz visine promatrao raznolike te oblačne slojeve, prispodablja kopnene



Sl. 53. Pico de Teyde na Teneriffi (Kanarski otoci).

oblake nad Tenerifom s onim kopnenim ledom, koji se načini oko otoka i kopna polarnoga svieta kao čvrsta i suvisla masa, dok se ledene poljane otvorenoga mora strujami skruše i sgrudaju, ter se na sve strane razidju.

Meteorolozi (učenjaci, koji proučavaju zračne pojave) pokušali su razdieliti oblake po njihovoj vanjskoj podobi, ali to je gotovo nemoguće poradi neobično raznolikih oblika kao i poradi vanredne njihove gibljivosti. Danas se u obće najviše drže razdiobe Howardove, koji je razdielio oblake po njihovoj podobi na tri glavne i četiri podredjene vrsti. Glavne su vrsti: pahuljak (cirrus), rpnjak (cumulus), i mlazavac (stratus). U nižih dovoljno toplih zračnih slojevih sastoje oblaci od sitnih vodenih kapljica, u većih pak visinah i za nizke toplote od presitnih ledenih iglica, od kojih postaju kolobari oko sunca i pokrajna sunca. Pahuljci-oblaci veoma su visoki, te i ljeti sastoje jedino od ledenih iglica, jer su po Kämtzu visoki 6500 m., a u naših zemljopisnih širinah je bez sumnje već 3500 m., visine i ljeti toplota 0° C. Pahuljci su razne podobe; sad izgledaju kao bjelkasti traci na nebu, sad opet kao perje ili vlakno; ovdje su s jedne strane šiljasti, a s druge razšireni, ondje se pak prostiru kao kakva mreža po nebu. Najobičniji su ti oblaci s proljeća i u jesen. — Oblaci rpnjaci razlikuju se znatno od predjašnjih. Niesu ih vjetrovi kao pahuljke donieli iz dalekih strana, već nastaju obično s mjesta, kad se sgustnu uzdižući se sa tla zemaljskoga vodeni hlapovi. Vidjet ih je kadkada nizko na obzoru, te su nalik plivajućim po zraku brežuljkom. Često tvore veoma zanimljive rpe, te izgledaju, kad ih sunce razsvjetljuje, kao sniežne gore. Težki, puni vlage rpnjaci ne dižu se nikada do onih visina, do kojih sežu pahuljci; oni dosežu po Liaisu jedva preko tri km. visine. Treća vrst Howardovih oblaka oblaci-mlazavci jesu za pravo magla, koja se pod večer za istih ljetnih vedrih dana razastire nad vodami i livadami, a jutrom ob osvitku izčezne. Dakako da se mogu i drugi oblaci pričiniti kao oblaci-mlazavci, ako ih motrimo na dalekom obzoru. Osim ovih glavnih vrsti oblaka ima još više podredjenih vrsti (po Howardu, Fitz-Royu i Poeyu), koji nastaju većinom miešanjem glavnih vrsti. Njeki su meteorolozi držali i daždevnjak (nimbus) kao posebnu glavnu vrst oblaka. Po mnienju drugih medjutim je daždevnjak samo podredjena vrst oblaka, koji je siv, na kraju vlaknast, pak donosi obično dugotrajnu, ali mirnu kišu.

Čudnovitom raznolikošću svojih oblika oblaci su osobitim uresom i nakitom nebeskoga svoda. „Nije mašta ljudska izmislila niti

tako strašnoga a niti tako milotnoga oblika, kojemu se ne bi našao premac med timi zračnimi tvorbami." Svojom nestalnom i promjenljivom podobom naliče oni sad na čitava jata ptica, sad opet na orla sa razvijenimi krili, ovdje izgledaju kao pasuća se stada, a ondje opet kao odmarajući se div ili kao kakove bajoslovne grdobe. Ima ih, koji naliče na gorske kose sa sniežnimi vrhunci, a drugi opet na velike gradove sa pozlaćenimi kupulami. Pjesnici su vidjeli u oblacih daleke otoke, stan prave sreće, koju čovjek badava na zemlji traži. Praznovjerni narodi vidjeli su u njih razna oružja, konjanike, čitave redove vojske i prave bitke. Svjetlo k tomu još povećaje bajne dražesti i milote tih čudnovatih zračnih tvorina; one se sjaje svimi mogućimi bojami, počevši od sniežne bjeline do žarkog ognjenog rumenila. Sunce ih krasi svimi bojami jutarnjega rumenila, dnevnoga sjaja i sutona; livade i šume prenose na njih svoje zelenilo, a isto se more zrcali u njih njekim kovinskim sjajem, naličnim na bakar ili mjed.

Još ćemo nješto spomenuti o naoblačenosti neba u obće. Dosele je tomu osobitu pažnju posvetio samo Renou, a ipak ovisi o tom, kako je u kojem kraju nebo naoblačeno, život mnogih bilina (n. pr. datulove paome) upravo tako, kao što i o toploti. Renou je popriečnu naoblačenost neba opredielio za pojedine priedjele i izrazio brojevi od 1 (posve vedro) do 100 (posve naoblačeno). Biskra na sjevernom rubu Sahare ima na godinu poprieko 264·4 vedra dana, dok ima Berlin samo 30·5 vedrih dana. A Berlin nije možda u tom pogledu kakova iznimka, pošto naoblačenost u Evropi raste sjevernozapadnim smjerom, te je najveća na Britanskih otocih i na Skandinavskom poluotoku. Crta, koja spaja tačke iste popriečne naoblačenosti (50), ide po prilici duž 40 uzporednika, nu seže u unutrašnjosti obiju sjevernih kopna mnogo sjevernije, imenito na iztočnom, gdje je već u području Pečore stigla do polarnika. Toj crti na sjever raste naoblačenost, a pada i na jug i to u pustinjah do 20; a zatim raste na moru kao i na kopnu prema ekvatoru, oko kojega s obje strane iznosi 50. Na južnoj polutci isto tako najprije pada, a zatim raste prema polom, samo što je po svoj prilici na južnoj polutci u obće veća popriečna naoblačenost, nego li na sjevernoj i to poradi pretežnije morske površine.

Dok su vodene kaplje i ledene igle oblaka još razmjerno dosta lake, nosi ih zrak. Sgustnu li se pak vodeni hlapovi, postaju parni mjehurići veći i teži, te se nakupljaju tvoreći vodene kaplje i padajući na zemlju kao kiša. U visinah sastoji kiša od posve sitnih kapljica, koje medjutim padajuć narastu, jer se zbog slabe svoje toplote sgustnu,

a priklope im se takodjer vodeni hlapovi onih zračnih slojeva, kroz koje padaju na zemlju. Zimi a i ljeti u snježnom pojasu na visokih gorah padaju iz zraka sgustnuti vodeni hlapovi u podobi kristala t. j. kao snieg. Za hladnoga i burnoga vremena, imenito u kasnu jesen i pod konac zime, grudaju se ledene iglice u sitna zrnca, ter pada tako zvana solika ili krupica. Načini li se od snježnih pahuljica čvrst led, debeo n. pr. kao lješnjak ili još deblji, to pada led ili tuča. Ova pada jedino, kad je atmosfera puna vodenih para. S toga ne pada zimi tuča, već najviše mjeseca svibnja, lipnja i srpnja i to za vrlo vrućih dana. Stari ljetopisi pripoviedaju, da su kadkada zrna tuče bila ogromna kao orijaš med životinjami, slon. Pouzdana pak vrela svjedoče, da je gdjekada svakako neobično debela tuča padala. R. Taylor je 4. svibnja 1697. mjerio zrna tuče s promjerom 6 do 10 cm. Nöggerath pripovieda, da su 7. svibnja 1822. u Bonnu padala zrna tuče težka 38 dkgr. Darwin pripovieda u svom djelu „Putovanje jednoga prirodoslovca oko zemlje“, da je na podnožju Sierre Tapalguen u južnoj Americi tuća debela kao jabuke tolikom silom i tako obilno padala, da je velik broj divljači (jelena i nojeva) zaglavio. Isusovac Dobriz-Hoffer spominjuć tuču u južnoj Americi kaže: „pala je strašna tuča, koja je poubijala veliko množtvo goveda.“

Spomenimo odmah ovdje u kratko, kako se po zemlji širi tuča, koja je poradi svojih strahovitih posljedica tako ubitačna za mnoge priedjele na zemaljskom površju. Dakako da je statistika tuče još dosta nepodpuna, a k tomu niesu mnogi dovoljno razlikovali pri svojih opažanjih tuču, t. j. ledena zrna od solike, sitnih snježnih grudica, koje si dakako medjusobno mnogo naliče. Nadalje nije još posve sigurno, da li tuča pada samo u umjerenom pojasu, ili takodjer i u vrućem pojasu. Humboldtovo mnienje, da tuča pada u vrućem pojasu samo u velikih visinah, jer da se u nižih priedjelih ledena zrna brzo raztope od vrućine, vriedi doduše za polutničke krajeve južne Amerike, ali ne vriedi za primorske obale Guatemalske, a ni za duboko ležeće doline Brazilijske pokrajine Mines Geraes, a napokon ni za Javu i Sudan, najvrući priedjel na zemaljskom površju, niti ljeti za unutrašnju Australiju.

Glavni je povod tuči ili ledu velika množina vodenih hlapova u zračištu. S toga se drži godišnja perioda tuče uz godišnju periodu kiše, ter pada u Evropi od zapada prema iztoku, dok broj čiste i prave tuče raste istim smjerom. Tuča je riedka u polarnih priedjelih i u pustinjah. Nadalje utječu na tuču imenito mjestne okolnosti,

s toga ima u svakom priedjelu uz krajeve, gdje često tuča pada, i takovih, koji ne stradaju od tuče. Makar da i nema još toliko opažanja o tuči, da bi se mogli obćeniti zakoni stvoriti, ipak je već do sada dokazano, da u gorskih krajevih češće pada tuča, nego li u nizinah, u srednjih gorah češće, nego li u visokih gorah. Za Kavkaz, gdje valjda razmjerno najviše na zemlji pada tuče, kaže Abich, da sve bure i oluje, koje se tomu gorju približuju primaju karakter uništujuće tuče, koja hara imenito, gdje se gorja otvaraju i spuštaju u doline, i u pojasu nizkih prigorja. Isto je i u Alpah. U Švicarskoj trpi najviše od tuče tamošnja visoka ravnica i Jura, u Koruškoj bregoviti krajevi na iztoku, u Štajerskoj brežuljasti priedjeli prema Ugarskoj ravnici, u Hrvatskoj imenito brežuljasto Zagorje.

Množina oborine i njezina razdioba po zemaljskom površju je za podnebne odnošaje kao i za ustrojni život pojedinih priedjela vanredno znamenita. S toga ćemo nanizati njekoliko glavnih zakona o oborini, koji se temelje na mnogobrojnih opažanjih, a onda ćemo progovoriti o pojasih kiše na zemlji.

1. Vjetrovi, koji duvaju iz viših zemljopisnih širina u niže, obično su suhi vjetrovi, osim gdje se namjere na gorja.

2. Pasati (aliseji) suhi su vjetrovi.

3. Pravi, kišu noseći vjetrovi u izvantropskih pojasih na sjevernoj su polutci južnozapadnjaci a na južnoj polutci sjevernozapadnjaci.

4. Visoka gorska bila, koja su na putu s mora dolazećim pasatom ili monsunom ili zračnoj struji, koja ide od ekvatora k polom, jesu mjesta, gdje pada najviše kiše. Ako je gorje, kaže dr. Hann, koje je na udaru vjetrovom, koji donose kišu, ogromno, to ima vjetrena strana gorja vanredno mnogo kiše, dočim je nasuprotna strana gorja suha, gotova pustinja.

5. Dok gorja pospješuju češću i obilniju oborinu, jer sile vjetrove, da se dignu u vis, gdje se onda i ohlade; nastaju na prostranih ravnicah ponajviše stepi, jer se ljeti jako razvruće, te se ni iste vlažne zračne struje ne mogu razhladiti, a s toga tamo niti ne pada kiša.

6. U obće može se reći, da pada množina oborine od ekvatora prema polom.

7. Što se ide dalje od mora u unutrašnjost kontinenta, to pada slabija kiša a i rjedje. U Petrogradu n. pr. pada poprieko 168 dana kiša, u Kazanju 90, a u Jakucku 60 dana.

8. Ljeti je veća oborina, nego li zimi. U Njemačkoj su n. pr.

zimi poprieko 38 a ljeti 42 kišna dana. K tomu je obilje kiše ljeti dva puta toliko kao zimi.

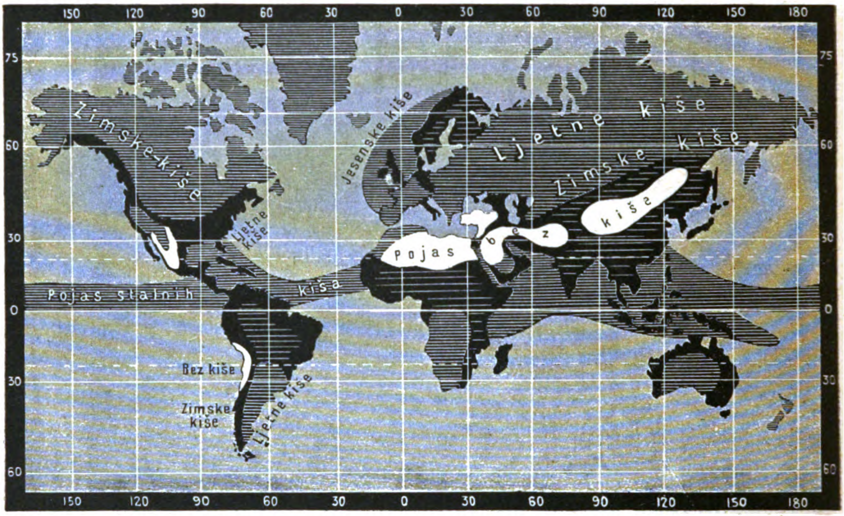
9. Vegetacija (rastež), imenito šume znatno utječu na obilje oborine. Po Wolnyu bilinsko polje približno utječe na oborinu i na podnebne odnošaje kao kakovo površje vode. Površine zarasle bujnim rašćem imenito šume, obogaćuju suhe zračne struje vodenimi hlapovi, koji se zatim za niže toplote sgustnu. Höhnel je kušao proračunati, koliko prima atmosfera vode izparivanjem rašća. On je našao n. pr., da jedan hektar 115 godišnjih bukava za ljetnoga dana poprieko oko 45.000 kgr. vode izhlapi, 50—60 godišnjih do 20.000 a 30—40 godišnji samo 5600 kgr. Medjutim šume ne djeluju samo, da se vodeni hlapovi natrag kao kiša na njih vraćaju, nego kadkada razhlade one tako zrak, da i na iste gole priedjele oko šuma pada kiša, koja inače ne bi padala.

Krčenje šuma je po tom vrlo škodljivo, ali mnogi i tuj pretjeruju. Gdje je šumsko tlo, sa podlogom vapnenom i slabom zemljom, izkrčeno, tamo pripiče sunce neposredno goli kamen, oborina se gubi većim dielom u gudurah, ter preko nebrojenih četvornih kilometara vlada mnogo veća suša, nego li je bila onda, dok je još tamo šumâ bilo. Na onom tlu pak, gdje ima u izobilju vode, nije tako ubitačno krčenje šuma. Najviše su stradala izkrčenjem šuma primorja Sredozemskoga mora. Tako je nestalo cedra u Libanonu, pak se ne dadu tamo nove šume nasaditi; Grčka je gotovo posve gola, a i Dalmacija je većim dielom gola, kamena pustinja, itd.

U vrućem pojasu pada najviše kiše. Na taj se pojas najobilnijih i redovitih kiša naslanja pojas, u kojem ne pada kiša. To se dade ovako protumačiti. Topli i vlažni zrak, koji se od polutničkih zračnih masa razstavlja, ohladni, približi se zemlji, i pošto je atmosfera zasićena, spušta se kao kiša na zemlju. To biva izmedju 25° i 30° zemljopisne širine, dakako sad nješto više prema sjeveru, sad opet prema jugu mienjajuć se onako, kao što se mienja priedjel tišine. Nu pošto se priedjel tišine ne mienja više od 15°, to preostaje pojas, u kojem ne pada niti tropska kiša niti oborina. Taj pojas, u kojem kiša, ide preko mora i kopna, te mu pripadaju sve veće pustinje na zemlji. On ide, kao što nam slika 54. svjedoči, poprieko staroga svieta od zapadne obale Afričke do visočina iztočnoga Kitaja. Tvoreći ogromni prema sjeverozapadu otvoreni luk zaprema on veliki dio Sahare, Egipatske i Arabijske pustinje, visoke ravnice Irana, razne priedjele Tatarske, Kitaja i pustinjsku vispoljanu Gobi. Na južnoj

polutci imaju Afrika, Australija i južna Amerika nedaleko obratnika jarčeva takodjer pojas, u kojem ne pada kiša i to Afrika pustinju Kalahari („južnoafrička Sahara“), Australija one strahotne pustoši, koje su obretnici morali provaliti, da dopru od južnih kolonija do Karpentarijskoga zaljeva, a južna Amerika svoje Pampas.

U umjerenom kao što i u hladnom pojasu niti pada toliko kiše, a niti tako redovito, kao u vrućem pojasu. Na pojas bez kiše naslanja se subtropijski pojas zimskih kiša. Ovaj ide od 28° do 40° sjev. šir. Ljeti pada u tih priedjelih malo kiše, jer spadaju u



Sl. 54. Razdioba kiše na zemlji.

pasatni pojas. Čim se pasat pomakne prema polutniku, eto odmah kiše i to u jesen u sjevernom dielu, a zimi u južnom dielu subtropijskoga pojasa. U tom području subtropijskih kiša leže na sjevernoj polutci Sjeverna Afrika, Južna i srednja Italija, Turska, Južna Bugarska i Grčka, Mala Azija, Sirija, Palestina, Sjeverna Arabija, Mezopotamija, Perzija, Kalifornija, Oregon i Washingtonski teritorij.

Za subtropijskim pojasom kišâ sliedi pojas, u kojem pada u svako godišnje doba kiša. U svem pada kiša više ljeti u srednjoj i iztočnoj Evropi, a u jesen na zapadnoj obali kopnâ. Jesenske kiše zapadne Evrope nastaju zbog nagle ohlade vlažnih zračnih masa,

koje dolaze sa zapada od Atlantskoga oceana. U hladnih i najhladnijih priedjelih na zemlji pada dielomice, ili pak jedino snieg.

Množtvo kiše, koja pada na zemaljsko površje, mjeri se tako, da se izračuna, koliko milimetara visoko pada kiša na njeku ploču (daždevnjak ili kišomjer), te se uzimlje, da bi isto tako visoko bila i sva zemlja pokrivena vodom, da se voda ne izhlapi ili ne odtječe. Obilje sniega se mjeri tako, da se snieg otopi, te se onda mjeri, koliko ga je palo. Označuje se pak visina kiše obično milimetrima.

Mnogobrojna mjerenja kiše jasno nam kažu, da razni priedjeli imadu raznoliku oborinu. Često su opreke u tom pogledu vrlo na blizu na zemlji. U Norvežkoj n. pr. kod Bergena dopire visina kiše do 2.225 mm., a u Švedskoj samo do 540 mm. Tolmezzo u Udini ima popriečnu godišnju visinu kiše 2.240 mm. a Botzen samo 750 mm. U Koimbri, na zapadnom podnožju Sierre d' Estrelle, gdje pada razmjerno najviše kiše u Evropi, iznosila je visina kiše obiju vlažnih godina 1816. i 1817. sedam metara dotično $7\frac{1}{2}$ metra (= 7.000 dotično 7.500 mm.) dakle 22 puta toliko, koliko je palo u Madridu na istom poluotoku i malo ne pod istim uzporednikom.

U vrućem pojasu pada na godinu veoma mnogo kiše. Popriečna godišnja visina kiše računa se u starom svietu vrućega pojasa na 2·5 met., u tropskoj Americi pače do 3·5 met. a mnogih godina i više. Pod njekimi stupnjevi i pod uplivom osobito povoljnih okolnosti pada u vrućem pojasu još više oborine. Tako dosegne kiša u Paramaribu u Nizozemskoj Guyani u Južnoj Americi popriečnu visinu od 6 met. na godinu, a u San Louisu de Maranhao u Braziliji dapače 7—8 metara. U Cherraponjei u Bengalskoj dosegla je godine 1851. visina kiše malo ne 15 metara, pak je toliko obilje vode palo na zemlju u 7 mjeseci; a to znači, da je tamo u jednoj godini toliko kiše palo kao u Aleksandriji u jednom stoljeću. Pak doista, što je prema spomenutoj množini oborine — da ne govorimo o pustinjah, popriečna kiša zapadne Evrope, koja se po Hannu, Guyotu i Mülleru računa na 70 cm. Dakako da je i u umjerenom pojasu na njekih mjestih opažana malo ne tolika oborina kao u vrućem pojasu. Tako je n. pr. u njekih krajevih Njemačke opažana dnevna visina kiše oko 100 mm.

Razdioba kiše po Evropi opaža se već više godina, te je opetovano na zemljovidih prikazana; u posljednje vrieme po Krümmelu. Po njegovoj karti razpada se Evropa na dva razna kišna priedjela i to na južni, subtropijski, sa suhim ljetom, i na sjeverni, sa kišom u svako doba godine. Isto se tako opažaju u Evropi opreke

glede obilja godišnjih kiša smjerom zapadno-iztočnim. Zapadna Evropa ima više kiše, nego li iztočna. Tek na iztoku crti pomišljenoj od Kuronskoga zatoka do ušća Dunava počinje kopneno podneblje. Nije nipošto slučajno, da se s tom umišljenom crtom slaže najiztočnija granica bukve, tako značajnoga drva za zapadno-evropsko, primorsko podneblje. Kao što u velikom tako su i u malom zapadne obale bogatije oborinom, nego li iztočne. Najveće je obilje kiše naravno ondje, gdje moraju kišni vjetrovi da provale kakovo gorje, tako n. pr. na zapadu Norvežke i Škotske, na jugu Alpa itd. Najmanja je visina kiše u stepih Ruske i na iztoku Uralskoj kosi naime 25—30 cm. na godinu. U novije vrieme medjutim Vojeikov, ruski zemljopisac i meteorolog, ne broji južno-ruske stepi u pasatno kišom siromašno područje. Izuzev južno-iztočnu Rusku i suhu Španjolsku visoku raznicu ima Evropa u obće dovoljnu oborinu. Smatramo li onu zemlju suhom, koja prima na godinu poprieko manje od 55 cm. visine kiše, to ćemo u Evropi malo priedjela naći, koji bi se suhimi mogli nazvati. Evropa dakle u cielosti ne ima premalo kiše. To pak ima zahvaliti svomu poluotočnomu položaju, bogatomu razvitku obala i tomu, što nijedno njezino gorje nije poput bedema na putu južno-zapadnim vjetrovom; Evropska dapače gorja, kao što zgodno opaža Krümmel, idu uzporedno sa vjetrovi, koji donose kišu.

Već smo gore spomenuli, kako je znamenito za naseobu priedjela na zemaljskom površju obilje oborine. Pustinju ne čini pustinjom kakvoća tla, već kao što opažanja i pokusi svjedoče, pomanjkanje kiše. Pravo kaže dr. Hann: „Svuda, gdje umjetne naplavine napajaju pustinjsko tlo, ima obilne kulture tla, pak i isti žuti piesak Arapskih pustinja zaodjene se iza mršave zimske kiše bujnim zelenilom“. Sto nema Evropa pustinja, ima zahvaliti jedino povoljnoj oborini, jer doista u Evropi nema priedjela, gdje ne bi nikada kiša padala.

XXII.

Ledenjaci.

Pojas mješovitih oborina. — Sniežnica — Kako daleko dopire sniežnica na raznih gorah i što se odatle zaključuje. — Plazovi ili lavine. — Plazuri ili ledenjaci. — Kako postaju ledenjaci. — Spuštanje ledenjakâ u dol. — Pukotine na ledenjacih. — Razne vrsti gruja ili morena. — Zabludjelo kamenje. — Kako su ledenjaci razšireni po zemaljskom površju. — Znamenitost ledenjakâ za podneblje i za natapanje zemaljskoga površja.

Naši priedjeli idu u pojas mješovitih oborina: za hladnijega godišnjeg doba pada snieg, a za toplijega kiša. Već u srednjoj Italiji riedko pada u nizinah snieg, ali ipak pada na pr. u Rimu poprieko na godinu snieg 1·4 dana. S one strane Atlaškoga gorja i južne Sirije ne pada snieg u nizinah, a na iztočnoj strani staroga svieta ide granica sniega prema isochimenam (popriečna zimska temperatura) dalje na jug preko Kantona (23° sjev. šir.), a tako je i u Americi.

Podjemo li na sjever, opazit ćemo, da tamo sve više sniega pada. Izuzev Norvežku ide granica priedjelâ, u kojih ljeti snieg pada, nedaleko polarnika; već na Boothiji Feliksu pod 70° šir. ide od lipnja do kolovoza 40% oborine na snieg, a po svjedočanstvu Nordenskjölda slične su prilike nedaleko Berinžke ceste. Na južnoj polutci čini se, da je medja ljetnomu sniegu već blizu 50. uzporednika. Nu svuda, dokle se doprlo u polarne krajeve, pada i kiša za toplih mjeseca, te se sumnja, ima li u obće pojas na zemlji, gdje bi jedino snieg padao.

Kao u razitom, tako se mienja i u visinskom smjeru s padajućom toplotom i oblik oborine. Dok u naših krajevih ojačano sunce zimski snieg po nizinah i na nizkih gorah otopi, leži snieg u visokih planinah čitave godine, te ga još kadkada umnoža ljetni snieg. Visina, gdje snieg nikada ne kopni, zove se medja ili linija vječnoga sniega ili sniežnica. Ta se linija gdjekada mienja na istom gorju, jer niti pada svake godine jednako mnogo sniega, a niti ga se

jednako mnogo topi. Visina snieżnice visi dakle o podnebnih odnošajih svake godine, pak s toga ne vriedi za snieżnicu jednogodišnje opažanje. Ipak se moramo donjekle i s takovimi opažanji zadovoljiti, jer do sada nemamo mnogogodišnjih opažanja za raznolika gorja, po kojih bi mogli proračunati popriečnu visinu snieżnice. Makar da niesu svi brojevi, koje navodi Supan, posve pouzdani, ipak ćemo njeke spomenuti.

Priedjeli.	Zemljopisna širina.	Visina snieżnice.
Zemlja Franje Josipa (po Payeru)	oko 81° sjev. šir.	0 m.
Spitzbergi (po Nordenskjöldu)	„ 77° „	460 m.
Norvežka (po mnogih)	„ 60°—61 1/2 sj. š.	1300—1400 m.
Tatra (po Partschu)	„ 49° sjev. šir.	oko 2300 m.
Alpe (po Sonklaru)	„ 45°—48° sj. šir.	2600—2900 m.
Pireneji (po Ramondu i Parrotu)	„ 42°—43° „ „	2730—3050 m.
Kavkaz (po Raddenu i Abichu)	„ 40°—44° „ „	2900—3700 „
Thianšan (po Semenjovu i Kaulbarsu)	„ 41°—43° „ „	3520—4000 „
Japan (po Vojeikovu)	„ 30°—40° „ „	izpod 2500 „
Karakorum (po Schagintweitu)	„ 28°—36° „ „	5670—5970 „
Himalaja (po Schlagintweitu)	„ 27°—34° „ „	4940—5670 „
Kilimandžaro	„ 3° juž. šir.	5000 m.
Ande u Boliviji	„ 16° „ „	4850—5620 m.
Ande u Patagoniji	„ 42° „ „	1830 m.
Magelhanova cesta	„ 52·5° „ „	1100 m.

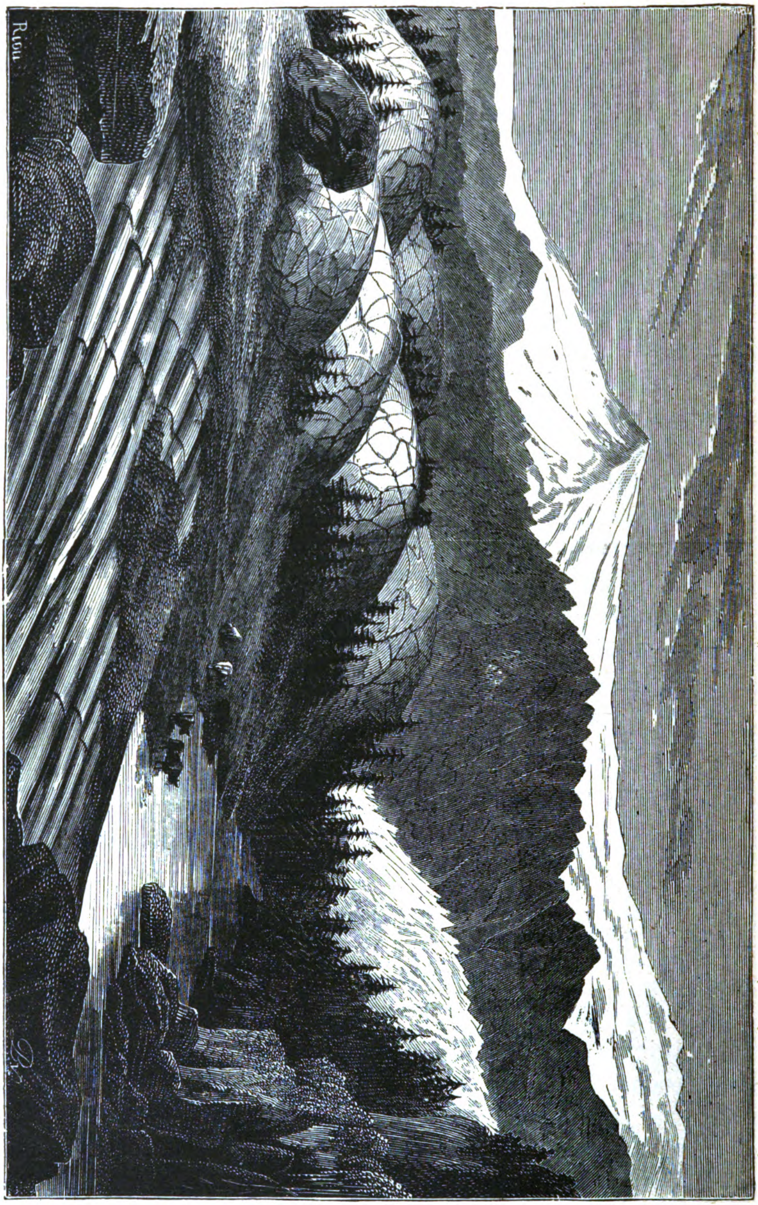
Supan zaključuje ovaj priegled po prilici ovako: Linija vječnoga sniega mienja se med 6.000 met. visine (južni obronak kose Karakorum u Aziji) i licem morskim (zemlja Franje Josipa). Priegled nam taj svjedoči, da visina snieżnice ovisi o ljetnoj toploti. S toga pada, što se više udaljujemo od polutnika; na dalje je na južnoj strani gorja viša, nego li na sjevernoj i na kopnenoj strani viša, nego li na primorskoj. S istoga se razloga diže u starom svietu, što idemo dalje od zapada na iztok, a taj zakon vriedi, ako promatramo zapadnu i iztočnu stranu kojega gorja (Alpe, Kavkaz), kao što ako različita gorja pod istom zemljopisnom širinom prispodabljamo. Dakako da ima tome i drugih razloga. Tako je očevidno, da od Kavkaza do Himalaje snieżnica na južnoj strani niže dopire, nego li na sjevernoj; to nam pak dokazuje, da linija vječnoga sniega ovisi takodjer o kolikoći oborine, jer je samo suho podneblje razlogom, što ona u središnjoj Aziji tako visoko dopire. Isto tako ne dopire u Americi snieżnica do najveće visine pod ekvatorom već u Boliviji, gdje ne

pada kiša, ali zatim se odmah spušta niže, čim dodje u pojas sjeverno-zapadnih vjetrova.

Kadkada se nadje i pod snieżnicom na njekih mjestih, u gudurah i koritih, do kojih ne dopire sunce, naslagana sniega, koji se ljeti ne otopi; gdjekada opet ima nad snieżnicom golih stiena, na čijih se strmih obroncih ne drži snieg. Napokon mogu i razne mjestne okolnosti utjecati na snieżnicu, pače u njekih se polarnih priedjelih upravo poradi toga ne može snieżnica opredieliti.

Gdje veoma mnogo sniega pada, a sunčana toplina nije dostatna, da se sav otopi, tamo bi se tečajem stoljeća neizmjerno nagomilao, da ga po malo ne umanjuju lavine i ledenjaci. Po Tyndallovu računu palo je za kršćanskoga doba, dakle zadnja dva tisućljeća sniega u Alpah u visini 1.700 m. Za toliko bi se bile morale Alpe u to vrieme podići, da nije snieg prelazio, već se samo nakupljao. Snieg i led mora da se vanredno nagomilava u visokih kotlinastih dolinah nad snieżnicom. Gdje se pak okrajci snieżnih poljana spuštaju niz strme stiene, odkinu se često mase manje više smrznutoga sniega, te se ruše uz strašnu tutnjavu silovito i sve većom brzinom u doline. Ove snieżne mase, koje rušenjem sve više narastu, zovemo lavine ili usovi (plazovi). Brzina je kadkada plazovom ili usovom tolika, da već sam zrak, koji pred sobom potiskuju, ljude i životinje baca na zemlju i ruši kuće.

Mnogo više medjutim nego li usovi donose l e d e n j a c i ili plazuri uledjenoga sniega sa planina u doline. Promotrimo u kratko postanak i narav ledenjaka. U pojasu vječnoga sniega ne pada snieg vlažan kao kod nas, već je posve suh i nalik na najsitniju prašinu. Izmjeničnim otapljanjem i smrzavanjem promieni se on posve. Za otapljanja naime prodire voda u pukotine med sitne snieżne kristale, ter ih napuni zračnimi mjehurići. Kad se zatim smrzne vodom nakvašeni snieg, izgleda kao zrnati snieg ili led, te se zove zrnati snieg (Firn). Izporedi sl. 55. Izmjenom zime i ljeta nakuplja se sve više smrznutih zrnaca u velike mase zrnatoga sniega. Prvobitni se snieg na taj način sgustne do $^1/_{10}$—$^1/_8$, a specifična mu teža naraste od 0·085 na 0·6. Tečajem više zima naslaže se jedan sloj zrnatoga ili staroga sniega nad drugim. Tlakom gornjih sgustnu se doljni slojevi sve više. S vremenom se na to stisnu zrna skupa, pak se smrznu i sliepe kao jedna jedinstvena ogromna masa leda. Tako postaju plazuri ili ledenjaci. Pratimo li ledenjak od vrha do podnožja, opazit ćemo, da je led sve gušći i čvršći i da izpunjuje dolinu kao prava uledjena rieka, spuštajući se vrlo često duboko izpod medje vječnoga sniega.



Sl 55. Pruge na stienah staroga sniega.

Da se ledenjaci planinskimi vispoljanami prostiru, uviek bi mirovali, ter bi vanredno narasli. Pošto pak tlo od razvodja obično opada, to mora ledenjak — možda i zbog teže — i na posve malo položitih obroncih u dol se spuštati. Na tom putu tvori on polagano tekuću ledenu rieku, koja ide sve do toplijih priedjela, gdje se zatim otaplja. „Duboko dolje u dolini vidjamo, kako se ledenjak neprestano raztapa, iz njega iztječu čitavi potoci. Čovjek bi mislio, on mora na dolnjem kraju svakoga ljeta kraći postajati. Pa ipak on ne postaje kraći. On mora dakle da se dolje po obronku spuzava. Ali ako se ledenjak dolje spuštava, to bi on morao na gornjem kraju sve to kraći postajati, dok se ne bi napokon sav u dolinu spustio. Ali i to ne biva. On uviek doseže do vječnoga sniega; mora dakle da odozgor raste. Pa tako je u istini. Vječni snieg, koji se povrh ledenjaka nakuplja, hrani ledenjak. Ledenjak je prava rieka; on ima svoj izvor u vječnom sniegu, a svoje ušće u toplijoj dolini.“

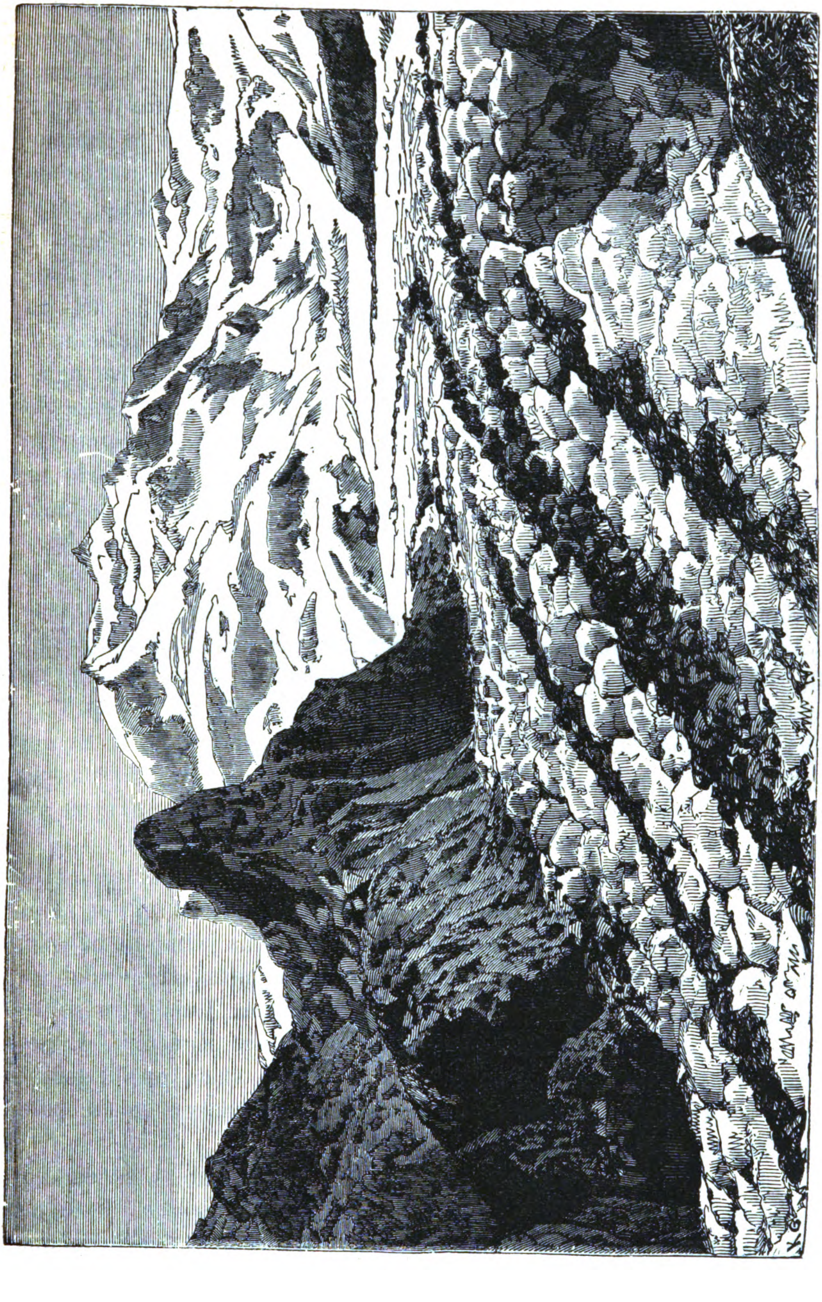
Da se ledenjaci u dol spuštaju, nedvojbeno su to već davno planinci opažali. Znanost je to tačnije izpitala tek u našem stoljeću. Hugi, Agassiz i Forbes proučavali su pomicanje ledenjaka u dol. Prvi je god. 1827. na Unteraar-ledenjaku podigao kolibu, te joj tačno opredielio položaj. God. 1841. bila je već za 1.600 met. niže u dolu, te je po tom poprieko svake godine provalila put od 110 m. God. 1832. našao je Forbes na ledenjaku Mer de Glace (vidi naslovnu sliku) ostatke ljestava, koje je bio g. 1788. Saussure prigodom svoga glasovitoga boravka na Géant-ledenjaku na označenom mjestu ostavio. Te su ljestve za 44 godine 5.000 m., dakle poprieko na godinu 120 m. provalile. Brzina, kojom se spušta ledenjak u dol, iznosi po tom najviše oko $^1/_2$ metra na dan. U Tirolu kod Vergrat-ledenjaka opazilo se dne 1. lipnja 1845. da se spustio toga dana u dol za 12 m. A. Helland je opažao na zapadnoj obali Grönlandskoj najviše do sada poznato pomicanje ledenjaka. Tako se ledenjak u Fjordu Jakobshavenu g. 1875. mjeseca srpnja pomicao na dan 14·7—19·7 met.

Tačnim opažanjem ledenjaka pronašlo se sliedeće. Ledenjaci se pomiču to brže, što je tlo strmije. Srednji se dio ledenjaka brže pomiče, nego li rubovi, jer se ovi jače zadievaju i taru o stienje. Isto tako i u riekah voda u sredini brže teče nego li na obalah. Na dalje se je opazilo, da se na površju ledenjaci brže u dol spuštaju, nego li na dnu. Ledenjaci se zatim pomiču to brže, što je toplije, pak se ljeti još jedanput tako brzo pomiču kao zimi. Napokon se pomiču u dol ogromniji ledenjaci pod istimi inače prilikami mnogo

brže nego li manji. Vrlo je čudnovito, da se ledenjaci i natrag pomiču; barem je to opažao Pfaff na Aleč-ledenjaku.

Pomicanjem ledenjaka u dol nastaju mnogi zanimljivi pojavi. Ovamo idu kao najočevidniji pojav pukotine, koje su turistom to pogibeljnije, što su više sniegom pokrite. Dok se površina ledenjaka, na ravnom tlu čini svodovitom, na neravnom tlu jest nepravilno položita, izprekidana pukotinami. Rieka čini, kao što znademo, na strmih obroncih slapove, led pak u ledenjakâ, koji nije pruživ kao voda, ne može se naglo kao voda prilagoditi nepravilnostim svoga korita. Gdje je u koritu ledenjaka ponor, tamo mora u dol se spuštajući led popucati. Ledenjak popuca i na onih mjestih, gdje se naglo zakreće. Ove posljednje, tako zvane okrajne ili rubne pukotine, naslažu se poput lepeze; one pak na strmih obroncih korita idu poprieko ledenjaka i sežu od jednoga kraja do drugoga. Kao što se voda, koja se ruši na dnu slapova opet sabira i teče dalje, kano da nije ni bilo slapa, tako se i odlomci leda spoje natrag kao suvisli ledenjak, čim su se spustili niz mjesta, koja prouzročiše pucanje leda. Pukotine su ledenjaka u dubljinah prekrasne modrine. Kadkada su tako uzke kao oštrac na nožiću, a kadkada su široke po više metara, a dužina im je gdjekada deset puta tolika kao širina. Ima u ledenjaka pukotina po 30 met. širokih, 300 met. dugih i neobično dubokih. Agassiz se jednom namjerio na pukotinu 200 met. duboku; redovito ipak niesu duboke. Riedko se može kroz pukotine motriti dno ledenjaka. Već su medjutim više puta turiste usjekli u pukotinah stube, te su se spustili na dno ledenjaka. Tu su čuli, kako buče hladni potoci, koji nose kanali i šupljinami izpod ledenjaka vodu, koja nastaje od otopljenoga sniega, te se izljeva u pukotine. Spuštajuć se ledenjaci u dol ližu i bruse svoje dno i drobe kamenje, pak s toga potoci izpod ledenjaka iznašaju uviek veliku množinu mulja. Izlaze potoci izpod ledenjaka obično na krasna svodovita vrata od leda; sruše li se svodovi, nadje si potok nova vrata.

Kao što rieke na kopnu polagano iste gore izplave i odnesu, doline naplave i kršje na sve strane po zemlji raznose ili ća u more donose, isto tako snašaju i ledenjaci kamenje u dol. Ledenjaci su naime pokriti kamenjem i kršjem. Komadi kamenja, koje je trajna i žestoka zima odkinula od gorskih stiena, kotrljaju se do ledenjaka, pak putuju s njim u dol (Izporedi sl. 56.). Kršje, razsuline i kamenje, koje dodje do ledenjaka, nagomila se u ciele rpe na obadva ruba uzduž čitava ledenjaka. To su postrane gruje ili morene. Spoje li se dva ledenjaka u jedan, tvore dvie postrane morene središnju



Sl. 56. Monte Rosa (sa ledenjakom i grujami).

morenu. I na dolnjem kraju ledenjaka nakupi se kamenja i kršja gdjekada do 100 m. visine: to je krajna morena. Ono kamenje napokon, koje pukotinami dodje pod ledenjak, te se zdrobi i skrši posve u piesak (kameno mlieko), tvori temeljnu morenu ili morenu na dnu. Morene se med sobom razlikuju veličinom, oblikom i tvarju svojih masa. Od kršja i kamenja, koje valjaju rieke, razlikuju se morene znamenito svojim oblikom. Kotrljajući naime rieka svoje kamenje brusi ga i zaokružuje; na ledenjacih pak leži kamenje mirno, te je najvećim dielom uglato i neizbrušeno, i sastoji kadkada od takovih gromada, kakovih ne nosi sa sobom ni najjača gorska bujica. Najbolje se pozna kamenje morena po finih crtah i bruscih, koji su nastali trenjem i brušenjem na rubovih, ili pak na dnu ledenjaka.

Mase središnjih morena obično sastoje od većega i posve uglatoga kamenja. Najveća središnja morena ledenjaka Aare doseže do 40 met. visine i do 210 met. širine. Razumieva se, da su morene to manje, što se više na ledenjaku popinjemo. Morenâ se za čudo ne nalazi samo na ledenjacih, već ih ima duboko u Alpinskih dolinah, gdje od pamtivieka stoje šume, sela i gradovi. Gdje se nalazi takovo kamenje morenâ, mora da su i ledenjaci u predpovjestno doba donle dopirali. „Ako nadjemo na gori izlizane i izbrušene obronke, ako dolje u dolovih nalazimo uglato kamnje, što ćemo iz toga zaključiti? Reći ćemo, da su tu ledenjaci bili, pa ma na tih gorah danas ni ne bilo vječnoga sniega.“ S Alpa i sa Skandinavskoga gorja doprli su njekoć ledenjaci daleko, te ima još i dan danas iz ovoga doba po Evropi zabludjeloga kamenja. Švedski kamen kod Lützena jest jedan od najjužnijih komada zabludjeloga kamenja. Pogledajmo, kako su ledenjaci dan danas razšireni po zemlji.

Budući da o vječnom sniegu ovisi postanak i razvitak ledenjaka, to ih ima gotovo na svih gorjih, kojim znatniji dielovi sežu u pojas vječnoga sniega. U vrućem i umjerenom pojasu ima jedino na najviših gorskih kosah ledenjaka. Što je više medjutim njeko gorje udaljeno od ekvatora, to se niže spuštaju njegovi ledenjaci. Nadalje su se ledenjaci bolje razvili u vlažnom, nego li u suhom podneblju. U polarnih pak zemljah, gdje i na ravnicah i nizinah vlada toplota gotovo ista, kao na naših planinah, ima ledenjaka i po nizkom gorju, pače mjestimice dopiru do mora i u more.

U Evropi su ledenjaci najbolje razvijeni po Alpah. U Švicarskoj pokrivaju oni 2.200□ km. a u Tirolu $^{1}/_{20}$ ciele zemlje. Reclus drži, da ima u Alpah u svem do 1.100, a Hochstetter ih računa na 2.000. U samoj Švicarskoj ima preko 600 ledenjaka. Pireneji,

koji su niži od Alpa i jače stisnuti, nemaju tako prostranih ledenjaka kao Alpe. Najveći ledenjak u Pirenejih Maladetta dug je samo 11.700 met., dok su najveći Alpinski ledenjaci dugi 25 do 30 km. Po tom su Pirenejski ledenjaci tek ledenjaci drugoga reda. Od ostaloga gorja na Pirenejskom poluotoku čini se da ima jedino na Sierri de Gredos ledenjaka. Na Skandinavskom gorju, gdje ima u izobilju sniega i koritastih uvala, ima mnogo ledenjaka. Tako pokriva vječni snieg u Norvežkoj 7.700☐ km. a u Švedskoj 1.800☐ km. Najveći je ledenjak na tom poluotoku Justedal, koji zaprema 1.450☐ km., a dopire do 340 m. nad morem, u području pako Sulitelme dopire ledenjak do lica morskoga. Na Islandiji dopiru ledenjaci do mora, te smetaju obćenje na obalah, a zapremaju $^{1}/_{10}$ toga otoka. Na Apeninih, Karpatih i na ostalom Evropskom Sredogorju nema danas ledenjaka, ali ima tragova oledbi, te se po tom čini, da je u ledeno doba i na tih gorah bilo vječnoga sniega i leda.

U Aziji su najnamenitiji ledenjaci na Kavkazu, Thianšanu i na Himalaji, dok ih ne ima na Altaju i Tauru. Zapadni Tibet i Himalaja u obće sa svojimi okolišnimi gorami na sjeveru ima najogromnije ledenjake na zemlji. Tu ima ledenjaka, koji Mer de Glace (kod doline Chamouny) 4—5 puta, a Aleč-ledenjak dvostruko svojom dužinom nadvisuju. U Africi se ne zna za ledenjake. Nasuprot ih ima u Americi na sjevero-zapadu u Aljaški, Britanskoj Kolumbiji, Oregonu i Kaliforniji, zatim u tropskom priedjelu u Sierri Nevadi de santa Martha, napokon u Patagoniji i na Ognjenoj zemlji. Gorja iztočne Amerike nemaju ledenjaka. Konačno ima i peti dio svieta naime Australija ledenjaka na Novo-zelandskom otočju. Tu nastaju ledenjaci uzprkos razmjerno znatnoj toploti i to zbog neobično jake oborine. Tamošnji se ledenjaci spuštaju do 1.100 met. visine.

Najogromniji su ledenjaci, kao što je posve naravno, u polarnih zemljah. K tomu niesu tamo samo gorja već i stupnjevine ledenjaci pokrite. Tako je n. pr. veći dio Grönlandije pokrit suvislim ledenim plaštem, iz kojega se amo tamo dižu pojedine pećinjaste glavice kao grebeni iz mora. Rese i runje toga ledenoga plašta dopiru dolinami Fjordova do morskoga lica, gdje se odkidaju kao ledene gore. Svi otoci na zemlji Franje Josipa (82°—83° sjev. šir.) puni su ledenjaka. Na Spitzbergih je sjeverno-iztočni dio otočja pokrit ledom. Od zgora je suhi snieg, koji vjetrovi uzvitlan kao pustinjski piesak dosadjuje putnikom. Izpod njega je na 2—3 metra visoko smrznuti snieg, kojemu je površina gladka kao u ulaštene mramorne ploče, a izpod toga je tek pravi ledenjak. U južnom ledenom

moru prodro je Ross 185 km. daleko na neprekidnoj ledenoj stieni visokoj do 100 met. To je bila obalna ledena stiena, koja se vanredno daleko prostirala. Po svoj prilici bijaše to ledenjački uvor ili šilo nalično na Humboldtov ledenjak na zapadnoj obali Grönlandskoj, kojega se okrajak 111 km. duljine kod 80° sjev. šir. pomalja iz mora.

Ledenjaci ili plazuri su veoma znameniti za podneblje i za natapanje zemaljskoga površja. Oni snizuju toplotu okolišnih zemalja, a kao nepresahljivi izvori nebrojenih gorskih potoka davaju oni život mnogim riekam, koje izviru u planinah kao Rodanu, Rajni, Padu, Adiži, pritokom gornjega Dunava itd. Potoci, koji izviru u Alpinskih ledenjacih, primaju od ovih ljeti za toploga dana oko 144 milijuna kub. met. vode. Dakako da s tolike vode narastu Alpinske rieke i to ne u proljeće, kad imadu druge rieke najviše vode, već ljeti.

XXIII.

Vjetrovi.

Kako postaje vjetar. — Vjetar s kopna i vjetar s mora. — Kako vodeni hlapovi u zraku djeluju na vjetrove. — Pasati, antipasati. — Sličnosti med oceanskimi i zračnimi strujami. — Monsuni. — Godišnji ili etezijski vjetrovi u Sredozemskom moru. — Pojas tišine oko polutnika. — Nestalni i promjenljivi vjetrovi umjerenoga i polarnoga pojasa. — Prielazni vjetrovi. — Mjestni vjetrovi. — Samum (Samiel, Chamsin, Harmattan). — Scirocco. — Solano. — Föhn, Mistral. — Bura. — Trombi. — Pješčana i vodena vitlica. — Tornados. — Cikloni. — Užasan orkan dne 10. listopada god. 1780.

1.

Toplina zraka nije samo, kao što smo već opetovano spomenuli, glavni uvjet ustrojnomu životu na zemlji, već je ujedno uzrok vanredno znamenitih zračnih struja. Zrak se giblje zato, što je raznolik tlak zraka, a taj nastaje s nejednake topline zračnih slojeva. O toplini najvećma ovisi, da li je koji dio zraka teži ili laglji. Kub. metar zraka kod 10° R. važe više, nego li isti objam zraka kod 15° R. Nadalje djeluje na težu zraka i množina vodenih hlapova, koji se nalaze u zraku. Budući da medjutim i ta množina ovisi takodjer o toplini zraka, to je ova prvi i najglavniji faktor, po kojem se ravna tlak zraka, a po tom i gibanje zraka.

Da je svaki raziti sloj atmosfere ili zračišta jednako ugrijan, bio bi svuda jednak tlak zraka; nigdje se ne bi zrak gibao. Pošto je pak toplina zraka u slojeva iste visine nad morem vrlo nejednako podieljena, s toga se u istom razitom sloju nalaze zračne mase razne težine, koje mute ravnotežu i uzrokuju gibanje zraka. Promatrajmo ponajprije, kako toplina djeluje na gibanje zraka. Naložimo li u zatvorenu prostoru ili pak na polju vatru, ugrije se zrak nad vatrom i digne u vis. Na ono mjesto, koje je ostavio ugrijani zrak, tiska se dolje hladniji zrak, pak na taj način nastane zračna struja ili vjetar. Ako je oganj jako velik, naraste tako vrućina, da se ugrijani zrak naglo i upravo silovito diže u vis; dakako da prema tomu i hladni

zrak nastoji naglo izpuniti izpražnjeni prostor. Zračna će dakle struja ili vjetar to jači biti, što se više ugrijanoga zraka naglo diže u vis. Kod velikoga požara n. pr. dižu se kadkada zračne mase tolikom silom u vis, da ne nose samo daleko po zraku dim i iskre, nego i velike ugarke. Što se vidi kod požara u malom, to se u velikom opaža u zraku, kad se ugrijane zračne mase iz toplijih krajeva dižu u vis, a na njihovo mjesto dolazi zrak iz hladnijih krajeva.

Najbolji je primjer za to vjetar s kopna i vjetar s mora, koji se opažaju u primorjih i na otocih. Njekoliko sati iza sunčanoga izhoda digne se vjetar, koji s mora prema kopnu duva. Kopno se naime prije ugrije, nego li more, ili voda u obće; s toga se diže ugrijani zrak nad kopnom u vis i struji gore prema moru, dok dolje struji hladniji zrak s mora prema obalam. Taj s početka posve slabi vjetar s mora postaje sve jači; izmedju 2 i 3 sata po podne je najjači, a zatim postaje sve slabiji, dok napokon oko sunčanoga zapada ne nastane posvemašnja tišina. Pošto je sunce zapalo, razhladi se žarenjem kopno i more. Nu kopno se brže razhladi, nego more, i s toga struji noću u dolnjih zračnih slojevih zrak s kopna k moru, dakle vjetar s kopna.

Vodeni hlapovi djeluju na vjetrove time, što umanjuju tlak zraka. Dižući se naime vodeni hlapovi sa zemaljskoga površja u vis, razidju se u zračištu i pošto su mnogi laglji od zraka, smanjuju takodjer i tlak zraka. Pošto se pak množina vodenih hlapova u zraku neprestano mienja, djeluju oni raznoliko na tlak zraka i na zračne struje. Redovito mienja se množina vodenih para u zraku polagano i postupno, nu kadkada biva to tako naglo, da s toga nastaju silovite zračne struje. Imenito ako se naglo sgustnu vodeni hlapovi u zraku, mogu nastati najstrašniji vihrovi i oluje. Ako pomislimo, kolika množina vode za njekoliko minuta padne na zemlju za jake plohe i koliki je objam zauzimala, dok je u zraku kao para lebdila, to ćemo, kao što Müller kaže, lako pojmiti, da se sgustnućem tih vodenih hlapova zrak znatno razriedio i da onamo u razriedjeno zračište zrak sa sviju strana naglo i silovito prodire.

Najjače utječu vodeni hlapovi na tlak dotično na gibanje zraka ondje, gdje ih ima najviše, a to je u polutničkom pojasu. Tamo je najjači sunčani žar, a po tom i izhlapa imenito nad vodami najjača. S toga se i nalazi u tom pojasu tako rekuć posve rahli zrak, neznatne teže. Taj zrak u visinah opada prema polom, te kao gornja struja ide prema višim zemljopisnim širinam, dok od zdola iz priedjela, gdje je jači tlak zraka, dakle iz viših širina, neprestano

struji zrak u krajeve slabijega zračnoga tlaka t. j. prema ekvatoru. Da se zemlja ne okreće oko svoje osi i da je tlo zemaljsko posve ravno, to bi ove neprestane zračne struje, koje se zovu pasatni vjetrovi, strujile od zdola, kao i u viših slojevih, pravcem meridijana od pola prema ekvatoru i obratno. U istinu pak duvaju pasati na sjevernoj polutci od sjeveroiztoka, a na južnoj od jugoiztoka. Ovo odvraćanje pasatnih vjetrova smjerom zapadnim nastaje s toga, što se, kao što smo već gore razložili, zemlja okreće oko svoje osi od zapada prema iztoku. I amosfera oko zemlje kreće se sa zemljom. Budući da je pak brzina, kojom se zemlja oko svoje osi kreće, najveća na ekvatoru, a prema polom sve manja — na ekvatoru iznosi 1.500 a na 55^0 širine samo još 700, dok je na polu ravna 0 km., — to se i zrak sve polaglje kreće oko zemlje, što je više udaljen od ekvatora. Prema tomu kreću se oni zračni slojevi, koji dolaze od pola k ekvatoru, polaglje, nego li pod njimi ležeće zemaljsko površje, te zaostaju strujeći smjerom nasuprotnim kretanju zemlje. S toga zaostaje odvraćanjem prema zapadu na sjevernoj sjeverno-iztočni, a na južnoj polutci južno-iztočni pasat. Ovako je tumačio pasatne vjetrove već Halley, znameniti englezki astronom (rodj. g. 1656.). Smjeru pasatnih vjetrova posve je protivan smjer, kojim gornji zračni slojevi (antipasati) struje od ekvatora prema polom; po tom su ti vjetrovi na sjevernoj polutci južno-zapadnjaci, a na južnoj sjeverno-zapadnjaci. Da u viših zračnih slojevih zbilja antipasati duvaju protivnim smjerom sa doljnjimi ili pravimi pasati, opažalo se već više puta. Tako je n. pr. 25. veljače g. 1835. za provale vulkan Cosiguine u Guatemali bacao pepeo u vis do antipasata. Južnozapadnim smjerom nosio je zatim antipasat pepeo, da je spao na otok Jamaiku, dok je u doljnjih zračnih slojevih duvao sjeverno-iztočni pasat.

Stari niesu poznavali pasatnih ili alizejskih vjetrova, koje su tek odkrili Španjolski i Portugižki mornari na početku novoga vieka. Ta već ime tih vjetrova pasat potječe od Španjolskih mornara, koji su uz taj vjetar svojimi jedrenjačami našli put — passato — iz Španjolske u Braziliju. Med svimi čudovišti, na koja su mornari u ono doba naišli, nije ih nijedno toliko zapanjilo kao vjetrovi duvajući neprestano istim smjerom. Vični promjenljivim i nepravilnim vjetrovom u Evropi bili su mornari s početka zapanjeni stalnim smjerom vjetrova, koji su ih nosili k polutniku ter im prietili, da se ne će moći više nikada kući vratiti. Drugovi su Kolumbovi držali, da je to djelo paklenih sila, pak su se bojali, da će ih te zračne struje odnieti u kakvo ždrielo na kraju svieta. Nu naskoro se sprijateljiše mornari s mirnimi

dielovi oceana, nad kojimi duvaju pasati. Španjolski su dapače mornari prije nazivali tropski dio Atlantskoga oceana „el golfo de las Dames“, t. j. gospojinskim morem, jer je taj dio oceana tako miran, da može posve sigurno i žena krmaniti brodom. Isto su tako po svjedočanstvu Varenija mornari od Alkapulka ploveći mirno snivali ne brineći se ni malo za krmu, budući sigurni, da će ih vjetrovi sámi preko mirnih voda tihoga oceana odnieti k Filipinskim otokom. Stalnost pasatnih vjetrova je od tako neizmjerne vriednosti za brodarstvo, da su ih Englezi s toga nazvali imenom trade-winds ili trgovinski vjetrovi.

Medjutim niesu ipak spomenuti vjetrovi tako pravilni, da bi čovjek mogao na njih računati s tolikom sigurnošću kao n. pr. na pomrčanje sunca i mjeseca i na druge svemirske pojave. Zbog promjene godišnjih doba i drugih atmosferskih uzroka odklanjaju se ti vjetrovi kadkada desno ili lievo, urane ili zakasne, ili se pak ni ne pojave. Kraj obala djeluje na njihov smjer jaka atmosferska opreka med kopnom i vodom, pak samo na morskoj pučini daleko od kopna nadimlje jedra stalan vjetar strujeći neprestano istim smjerom. Pače i onda je vjetar uviek jutrom i večerom jači, nego li po danu.

Mnoge nepravilnosti pasatnih zračnih struja nastaju od nejednake razdiobe kopna i mora i zbog znamenitih uzvisitosti na zemaljskom površju. Da je zemlja vodom obljevena kruglja, koju bi sunčani traci svuda jednako ugrijavali, i na kojoj ne bi uzvisitosti smetale zračnim strujam, duvali bi pasati svuda jednakom pravilnošću. Ali tomu nije tako i odatle potječu tolike nepravilnosti. Najpravilniji su pasatni vjetrovi u Atlantskom oceanu, koji je s obje strane jednako kopnom omedjen. Reclus kaže: „južno-zapadni i zapadni vjetrovi, koji niesu ništa drugo već protupasati, duvaju u Atlantskom oceanu med Evropom i Amerikom tako pravilno, da su njeki nazvali put iz Evrope u Ameriku plovitbom uz vodu, a protivni put plovitbom niz vodu. Sličnih pojava ima i na južnoj polutci.“

Makar da pasati i antipasati imadu u polutničkom pojasu svoje posebno područje, koje s nutra omedjuje polutnički priedjel tišine, a iz vana promjenljivi vjetrovi umjerenoga pojasa, ipak mu se te medje mienjaju gotovo svaki mjesec i svako godišnje doba. Na prieglednoj karti pasatnih vjetrova treba dakle da označimo krajnje granice za ljeto i za zimu. Poprieko iznosi prostor, na kojem duva sjeverno-iztočni vjetar u Atlantskom oceanu, 18 do 20 stupnjeva širine, dok zaprema u južnom tihom oceanu južno-iztočni pasat 30 stupnjeva širine.

Sjetimo li se morskih struja, o kojih smo gore obširno govorili, opazit ćemo veliku sličnost med oceanskimi i zračnimi ili atmosferskimi strujami. Morska struja, koja s toga nastaje, što se sastaju obje sa polarnih mora tekuće vodene mase, podudara se sa polutničkim pojasom, u kojem se sastaju sjeverno-iztočni i južno-iztočni pasati. Pošto se mora topla voda, da se uzdrži nivo morskih kotlina, postrance razljevati, teče ona prema sjevero-iztoku uzporedno sa smjerom protupasata, koji se podigao u zračne visine. S istih razloga struji dakle vodeni i zračni ocean istim smjerom, koji se na sjeveru i na jugu mienja prema godišnjim dobam. Kad ljeti zatonska struja daleko u sjeverna mora prodire, pomiču se pasati i protupasati na sjeveru njekoliko stupnjeva u umjereni pojas, dok se zimi natrag povlače k obratniku, praćeni zatonskom strujom, koja više na jug skreće. Ta bi suglasnost još podpunija bila, da je i voda kao zrak pruživo-tekuća i da nije zatvorena u kotlinu, kojoj ne može obalâ razmaknuti. Zbog raznolike dakle naravi obiju elemenata, oceana i zraka, nastaju različite struje, kojim je izvor toplina sunca i kretanje zemlje.

Gdjekada promiene velike kopnene mase posve smjer pasatnih vjetrova. To biva n. pr. u južnoj Aziji i na Indijskom oceanu, onom ogromnom zaljevu, koji je zaokružen silnimi kopni. Gibanje atmosfere u onih krajevih ovisi mnogo o tom, što se ljeti i zimi nejednako ugrijavaju susjedna kopna puna neobičnih uzvisitosti, ter se s promjenom godišnjih doba mienja ujedno i smjer zračnih struja. Tako nastaje smjerom stalnoga oceanskoga pasata tako zvani monsun (od arapske rieči monsun = godišnje doba) t. j. stalan vjetar, kojemu smjer ovisi o promjeni godišnjih doba. Dok naime sunčani traci za naših zimskih mjeseci na Afriku, ekvatoru na jugu, okomito padaju, u južnoj je Aziji još zima. S toga struji u to vrieme zrak od hladnije Indije k toplijoj južnoj Africi. Ovim pak smjerom duva i onako pasatni vjetar na sjevernoj polutci zbog kretanja zemlje. Nu taj Indijski, zimski ili sjeverno-iztočni monsun postaje ljeti Indijskim južno-zapadnim monsunom. Ljeti je naime južna Azija ugrijana, dok je u južnoj Africi hladnije. Budući da zrak uviek struji prema toplijim krajevom, to će za našega ljeta južno-zapadni vjetar ili Indijski ljetni t. j. južno-zapadni monsun preko Indije duvati. Prielaz od jednoga k drugomu monsunu čini neugodna tišina, vihrovi, oluje, što nam jasno svjedoči, da tek iza žestoke borbe nadjača nova zračna struja posve protivnoga smjera.

Dakako da se i na drugih mjestih zemaljskoga površja opaža, kako nepregledne pješčare i velike uzvisitosti tla djeluju na smjer i

pravac zračnih struja. Na visokih i hladnih vispoljanah i gorskih zemljah srednjo-azijskih je n. pr. u siečnju na daleko veoma jak tlak zraka. S toga duvaju odavle na sve strane vjetrovi, i to u Kitaju i Japanu kao sjevernozapadnjaci, u Hindostanu kao sjeverno-iztočnjaci, a u Sredozemskom moru kao iztočni i južno-iztočni vjetrovi. Mjeseca srpnja posve se promieni smjer tih vjetrova. Ugrijana naime sunčanimi traci središnja Azija ima posve slabi tlak zraka, kao i sjeverno-iztočna Afrika i iztočna Evropa. Prema svim spomenutim krajevom duvaju onda vjetrovi sa sviju strana. U Skandinaviji i Sibiriji struje sjeverni vjetrovi, u Kitaju i u južnoj Aziji od Indijskoga oceana, a u Evropi zapadni vjetrovi.

Obzirom na to, što su neprestano nejednako ugrijani polutnički i polarni priedjeli, čovjek bi mislio, da struji neprestano od polova k ekvatoru pasat t. j. neprekidne dolnje zračne struje, a od ekvatora k polom antipasat t. j. neprekidne gornje zračne struje. U istinu pak ne biva tako, jer izkustvo uči, da se sjeverno-iztočni i južno-iztočni pasat opaža oko polutnika tek med 30° sjeverne i južne širine. Antipasat pak spušta se već oko 30° širine te prelazi u dolnju zračnu struju t. j. u pasat. Halley, oštroumni astronomijski geograf, koji je prvi kušao protumačiti pasatne vjetrove, priznaje, kako je težko naći razloge, s kojih je granica pasata već oko 30. uzporednika. U naše je doba Maury, osnovatelj fizike mora, postavio teoriju, koja bi nam imala protumačiti spomenuti pojav. Po njegovu je mnienju okrugli oblik zemlje kao i padanje toplote u viših zračnih slojevih razlogom, da antipasat strujeći u visinah od ekvatora prema polom oko 30. uzporednika prelazi u niže zračne slojeve. Budući naime da je zemlja okrugla, smanjuje se njezin objam, što idemo dalje od ekvatora prema polom. Zrak dižući se u vis sa objama velikoga 4000 Myr. i prodirući prema sjeveru i jugu, ne ima gotovo prostora, da bi jednakom širinom prema polom strujao dolje. S toga se spušta gornja zračna struja ili antipasat, pošto se je razhladio i sgustnuo ter prodro do 30. uzporednika. Dr. Hann piše o tom sliedeće: „Med ekvatorom i po prilici 30° širine jest podpuno, odieljeno ili zatvoreno kolanje zraka. Tlak je zraka oko ekvatora najmanji, a zatim raste te oko 30°—40° širine postigne svoj maksimum. Izvan tih uzporednika čini se da ide u velikih zemljopisnih širinah opet stalna struja prema polom. Na zemaljskom pak površju, dakle u dolnjih zračnih slojevih, iste su po prilici struje jedino na jednoličnoj i gotovo posve vodom obljevenoj južnoj polutci; na sjevernoj pak polutci djeluje opreka med kopni i oceani na gibanje dolnjih

zračnih slojeva. Vjetrovi u iztočnom dielu Sredozemskoga mora, koje su zvali stari godišnjimi (etesijskimi) vjetrovi, niesu ništa drugo već monsuni. To su zračne struje, koje idu na jug, gdje su silna ognjišta topline u Sahari i u Egipatskih pustinjah. Gotovo ciele godine struje zračne mase južno-evropske prema Africi, pak se znade, da i u umjerenih zemljah s promjenljivimi vjetrovi kao što su Italija, Provence i Španjolska, glavne struje dolaze sa sjevera. Poradi tih struja brže se plovi iz Evrope u Afriku, nego li obratno. Jedrenjače, koje plove Sredozemskim morem med Francuzkom i Algirom, provale smjerom sjeverno-južnim taj put gotovo za $^1/_4$ kraće vrieme, nego li obratno od Algira do Francuzke. Sav sjeverni kraj Baleara, imenito Minorka strada od sjevernih vjetrova, kao što svjedoči tamošnje kržljavo rašće i k jugu zavito drveće.

Priedjel, gdje se sastaju dolnji prema ekvatoru strujeći pasati, zove se pojasom tišine, jer ondje obično ne ima vjetra. Poprieko je polutnički priedjel tišine med 2° sjev. i 2° juž. širine. U tom je priedjelu njeke vrsti „umjetna ravnoteža zraka“, koju ipak najmanji povod žestoko smuti i uzruja. S toga često posred neugodnoga i nepovoljnoga mira iznenada nastanu strašni vihrovi i užasne oluje, koje Španjolci „tornados“ zovu. Vihrovi, grmljavine, bljeskovi pomiešani s obilnom kišom svagdašnji su gosti u tom priedjelu.

Pojas polutničke tišine nije stalno odmjeren na zemlji. Kao priedjel, u kojem je zemaljsko površje najjače ugrijano, mienja se on prema prividnomu putu sunca na sjever i na jug. Kad je sunce polutniku na sjeveru u kulminaciji, pomiče se i priedjel tišine na sjever, a kad je za naše zime sunce na jugu polutniku, seže i priedjel tišine dalje na jug. U Atlantskom pak oceanu nije priedjel tišine s obje strane ekvatora, već je med 8° i 3° sjev. širine. Pače i zimi ostaje na tom oceanu priedjel tišine polutniku na sjeveru. Razlog su tomu bliza kopna, koja okružuju sa iztoka i zapada taj ocean. U velikom oceanu, gdje ne ima osim neznatnih otoka na daleko kopna, ide priedjel tišine s obje strane polutnika.

2.

Pošto smo razložili pravilne i periodične vjetrove, koji duvaju do 30. uzporednika na sjever i jug polutniku, upoznajmo se sada sa vjetrovi, koji duvaju na obje polutke od 30°—90°. Ti su vjetrovi nestalni i promjenljivi, te nastaju ponajviše utjecanjem kopna i mora na pasatne i periodične vjetrove.

*

U našem sjevernom umjerenom pojasu nastoje dvie zračne struje da nadjačaju sve ostale vjetrove. Jedna je od tih zapadna i južno-zapadna a druga iztočna i sjeverno-iztočna. Svi drugih smjerova vjetrovi, koji sredinom sjeverne polutke duvaju, mjestni su i prelazni vjetrovi. Po Doveovoj teoriji izmjenjuju se spomenuta dva glavna vjetra pravilno istim redom (Doveov zakon). Južno-zapadni vjetar nastoji da postane zapadnjakom, sjeverno-iztočni teži da se pretvori u iztočnjak. Odatle nastaje, da se ti glavni vjetrovi, kad god se sastanu, tako promiene, te duvaju od sjevera preko iztoka na zapad. Dok se oba glavna vjetra bore, nastaju med njima malo po malo novi vjetrovi, dok napokon ne nadjača koji od obiju glavnih vjetrova. Od manjih prelaznih vjetrova ne duva nijedan dugo.

Veoma su znameniti napokon i mjestni vjetrovi. Ovamo idu u prvom redu pustinjski vjetrovi, a med svimi je prvi Samum, koji potječe iz Sahare. Turci zovu taj strahoviti vjetar Samiel t. j. otrovni vjetar; u Egiptu ga zovu Chamsin, što znači u kopskom jeziku petdeset, jer on oko 50 dana iza istonoćja duva; u Senegambiji napokon zovu ga Harmattan. Njeki u ostalom tvrde, da se Chamsin i Samum bitno razlikuju, onaj da je periodički vjetar skopčan s električkimi pojavi, a ovaj da je nepravilni pustinjski vjetar. Zitelji vrućega pojasa strašno se boje Samuma. Neočekivano donosi on dalekim priedjelom zadušljivu vrućinu i sušu. Samum duva po pustinji tolikom silom, da uzvitla čitave oblake prašine noseći ih na daleko, dok se napokon prašina ne spusti natrag na tlo tvoreći čitave brežuljke i nasipe. Prije se držalo, da Samum nosi sa sobom otrovne sastojine, jer se putnikom obično smuči, ter osjećaju neizrecivu žedju, kad ih taj vjetar zateče. Danas se misli, da to odatle potječe, što se putnikom zbog strahovite vrućine tielo jako izparuje. Škodljiv je dakle i veoma nepovoljan ljudskomu organizmu Samum jedino zbog velike vrućine, koja obično naraste do 40° i povrh toga množinom vrućega pieska, koji sa sobom nosi. On nije sam po sebi otrovan i ubitačan, kao što su mnogi vjerovali, dapače se čini, da je za mnoge bolesti spasonosan, kao n. pr. za groznicu.

Samum duva po njekoliko sati, nu prava vihorina traje tek nekoliko minuta; obično ga najavljaju razni pojavi. Svi putnici po pustinjah, koji su doživjeli taj vjetar, slažu se u tom, da ponajprije potamni inače jasni horizonat onih priedjela. Zrak izgubi svoju prozirnost, sunce svoj sjaj, te je bljedje od istoga mjeseca i ne baca nikakve sjene, a zeleno drveće izgleda tamno-modro. Ti pojavi potječu od pieska i prašine, koje vjetar uzvitla i sa sobom nosi; zbog raz-

žarenoga pustinjskoga pieska znala se već kadkada temperatura podići do 50°. U istoj delti Nilskoj, kamo još dopire ublažujuće toplotu more, naraste toplota za 25° C., dok se istodobno umanji vlaga u zraku za 12—15%. Burckhardt, čuveni putopisac tvrdi, da se sva atmosfera pričinja razžarenom, dok traje samum. Ebeling, koji je proživio takav „Chamsinski dan“ sliedeće pripovieda: „Na nas navali zadušljivi vrući zrak, kao da smo u kakvoj parnoj kupelji. Naši konji brektahu, te se prignuše instinktivno k zemlji, natovarene deve činjahu to isto, a njihovi pratioci zamotaše lice u svoje pamučne modre košulje. Pustinja inače toli vedra i svietla pružala se pred nami kao nepregledni tamno-žuti ocean, a u zaledju pričinjalo se inače slikovito Mokkatam gorje kao mrka stiena.“

Chamsin ne duva nikada dulje od 12 sati, jer prestaje uviek za sunčanoga izhoda,. a obično počinje duvati tek poslije podne. Iza toga vjetra vidi se kadkada mjesec sa ogromnim sjajnim kolobarom, koji sve više raste te zapremi polovicu nebeskoga svoda. Takav krasni prizor ne može se nikada u naših stranah vidjeti. Noću se razhladi zatim zrak barem za 20°, a sliedeće je jutro sve mirno i tiho, kano da se nije dan prije u atmosferi ništa dogodilo. Po pripoviedanju Ebelingovu ima Chamsimskih dana i bez vjetra. Njekoliko sati iza sunčanoga izhoda zaodjene se nebeski svod tamno-žutom koprenom. Svi predmeti pričinjaju se kao u sumraku, bacajući slabu sjenu po prilici kao za pomrčanja sunca. Pustinja je tada veoma zanimljiva. Ona ima sve moguće boje počevši od nježne, sjajno-žute pak do tamno-modre. Nenadano diže se vjetrić vitlajuć piesak i prašinu, a za kratko eto već je čitav parni stup, pješčana vitlica (Izporedi sl. 57.). Ako je jako velika, prekine se kadkada, ter se gornji dio digne kao balon u zračište, koje ga nosi mnogo kilometara daleko kao pješčani oblak. Taj pojav vidi se često, pak nije ni pogibeljan, jer se putnik lako ukloni tim pješčanim vrtlogom. Pod večer je zatim opet nebeski svod kao kakvom koprenom zastrt, a na okolo kano da vidiš na obzoru ljubičasto-modri kolobar presvučen na zapadu žarko-rumenimi prugami. Taj prekrasni prizor uzhićuje osobito slikare, premda bi oni, koji toga ne vidješe, nazvali tu sliku pretjeranom i nenaravnom. Iza 15. svibnja ne duva više Chamsin. Vjetar, koji se kašnje diže, jest hladniji i s toga vrlo ugodan, kao što u obće zrak u pustinjah sam po sebi nije nikada zaparan i omaman.

Vrući vjetrovi dopiru kadkada i u južnu Evropu. U Italiji zovu vrući vjetar dolazeći s juga Scirocco (široko), a u južnoj Španjolskoj

zovu ga Solano. Prije su svi držali, da je tomu vjetru domovina Sahara i da se može smatrati nastavkom Samuma. Na svom putu, preko Atlaškoga gorja i Sredozemskoga mora, izgubi doduše taj vjetar nješto suše i vrućine, ali se zatim na ravnicah Andaluških i na golih pećinah Sicilskih opet s nova razvrući. Tako se barem tumači, što se u Palermu toplomjer u sjeni podigne do 36° R., te je ondje mnogo toplije, nego li na otoku Malti ili na južnoj obali Sicilskoj. Po Doveu ne potječe Scirocco iz Sahare, već iz zapadne Indije. Vrući i obično vlažni, a kadšto i suhi Scirocco omlitavi i uspava ljude i životinje. Stahr ga ovako opisuje. Kad si se probudio i ustao, sav si trom i mlitav, prvim dahom već osjećaš, da je neprijatelj blizu. Pogledaš li s prozora na obzor, opazit ćeš, da je zastrt bjelkastosivom maglom, koja počiva kao gorje na dalekom moru. Svake ure raste nesnosna vrućina kao i tlak zraka. Svuda vlada tromost i nesnosnost. Pojedini poljodjelci, koji su pokušali na polju raditi, vraćaju se iznemogli natrag u sela. Sve je mirno i tiho. U šumi ne čuješ ni šuštanj lišća. Cvrkut cvrčka ozvanja se jasnije po grmlju u zračištu punom sparine. Tielo ti se znoji. Na to eto nenadano struje zračne, koja je tako hladna i vlažna, da se uplašen zamataš u kabanicu. Iza te časovite razhlade osjećaš zatim još teže vrućinu. „Na takav dan motrili smo jednom predivni pojav. Sunčana je kruglja lebdila crvena kao krv u oblacih Scirocca, koji su se nad Kampanjom i nad Rimom valjali kao od oluje uzrujano i od požara ladje razsvietljeno more. Bijaše to strašan prizor, kao da će svaki čas potres uzdrmati to staro vulkansko tlo.“

Scirocco duva obično na proljeće i u jesen. Kad je vrlo žestok, traje jedva pôdrugi dan, a kad je slabiji, po dva do tri tjedna.

Vjetar Föhn, koji kadšto i Alpe prevali, pak duvajuć po njekih Švicarskih dolinah prodire do Bodanjskoga jezera, pričinja se kao nastavak Scirocca. On je topliji i ujedno suhi vjetar, te djeluje na ustrojni život po prilici poput Scirocca, kao što se to najviše opaža u Alpinskih dolinah podnevničkoga pravca. Područje pravoga Föhna zaprema kantone Uri, Schwyz, Glarus, dolinu Rajne od Chura do Altstättena, dolinu Bludenz itd. Föhn duva na jesen, zimi i s proljeća. Velika suša i jaka toplota, koja se opaža za toga vjetra kao i njegov dojam na organički život potaknuo je Švicarske meteorologe (Eschera i dr.), da traže izvor tomu vjetru u pustinji Saharskoj. Budući da Föhn više sniega i plazura otopi, nego li sunce za najjače vrućine, to su njeki dovodili taj vjetar u savez sa ledenim doba.

Oni su tvrdili, da je ledeno doba moralo uzmaknuti pred Föhnom, koji da je nastao u kasno geoložko doba, kada se Sahara uzdigla nad morsko lice. Proti tomu je ustao Dove. Ovaj je naglasivao, da suhi zrak dižući se sa Sahare ne može zbog kretanja zemlje strujati prema sjeveru, već prema sjevero-iztoku, dakle ne prema Alpam, već prema iztočnoj Evropi i zapadnoj Aziji. Nadalje je uztvrdio, da Föhn potječe od polutničke struje, koja ide od Atlantskoga oceana preko Evrope. Njegova dakle suša po mnienju Helmholtza, Tyndalla i Dovea ne mora baš potjecati iz Sahare. Pratimo li Föhn u Alpah od sjevera k jugu, opazit ćemo, da na sjeveru u dolinah struji kao suhi i topli vjetar, dok je na jugu vlažan te donosi obilnu kišu. S juga dolazeći Föhn se dakle prešav gorsko bilo posve promienio. To nas uči izkustvo, a to isto kaže i teorija o vjetrovih. Ova naime uči, da vlažni vjetar duvajuć prema gorju doticanjem sa hladnijim zrakom ohladni, te se njegovi vodeni hlapovi kao oborina spuštaju na zemlju. Silazeć zatim vjetar s gorja ugrije se ne samo s toga, što dolazi u toplije priedjele, već i s toga, što mu je sgustnućem vodenih hlapova preostalo topline; takav je onda vjetar po dolinah s druge strane gorja topao i suh.

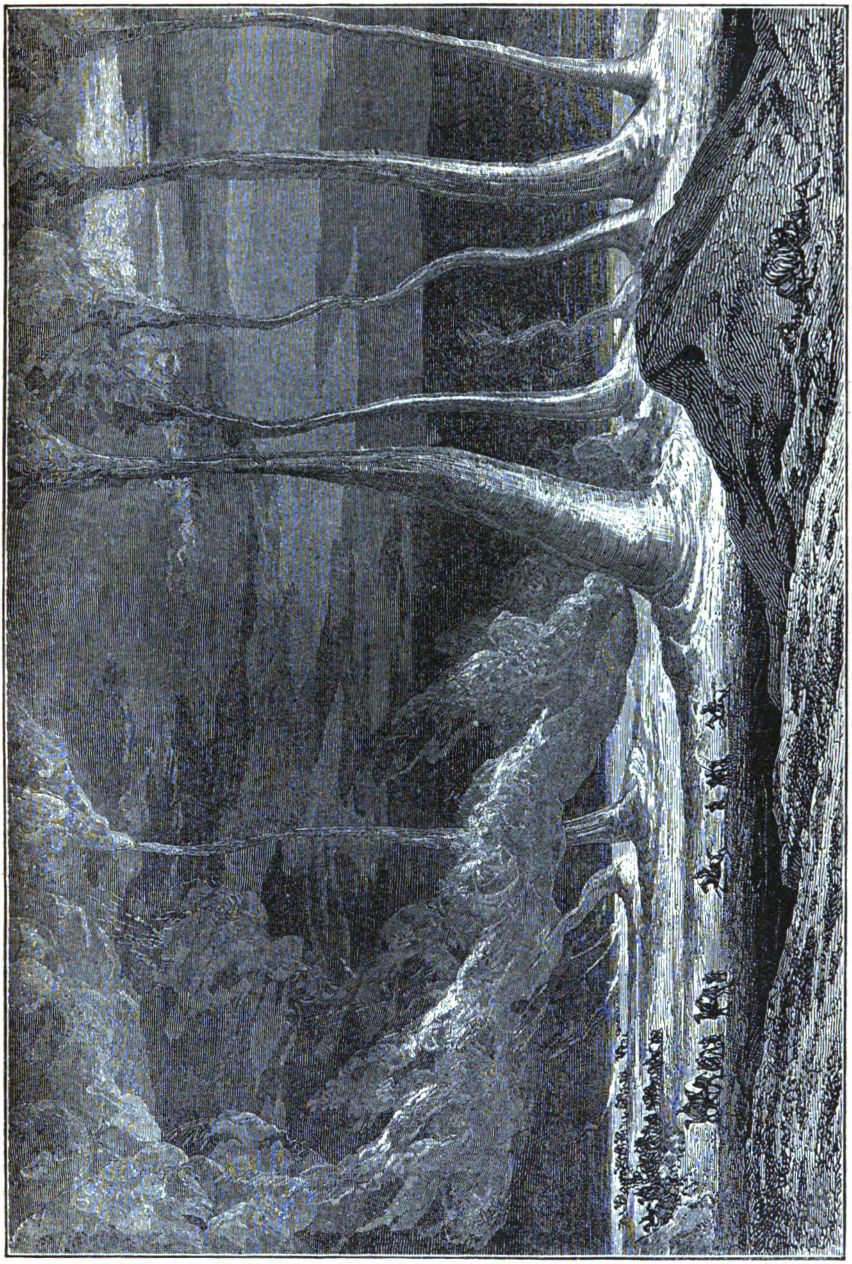
U novije vrieme je dokazano, da se Föhnu slični vjetar širi daleko po Evropi (po Krimu), zapadnoj Grönlandiji, po Americi (Rocky Mountains i Alleghansko gorje), Novoj Selandiji itd. Vojeikov tumači pomoću toga vjetra mnoge osebujne podnebne odnošaje u iztočnoj Aziji.

Južna Francuzka strada mnogo od vjetra, koji je u onih stranah poznat pod imenom Mistral. On nastaje kao što obično svi gorski vjetrovi, kad se sastanu dvie zračne mase nejednake topline. Kadkada naliči taj vjetar strašnim orkanom čupajuć drvlje iz zemlje i rušeći čitave zidine. „Melamboreas“, piše već Strabo „žestok je i strahovit vjetar, koji ruši pećine i baca na zemlju ljude s kola“. Stari su Gali u dolini Rone držali taj vjetar strahovitim božanstvom, kojemu su dizali žrtvenike i žrtvovali žrtve. Žiteljem je Provence on uz Durancu i parlamenat najužasnijom nevoljom. Najobičnije duva Mistral zimi i na proljeće, kad su još sniegom pokrite Sevene razmjerno vrlo hladne, dok ravnice oko mora sunce već prilično ugrijava. Tada se valjaju silne zračne struje s gorja, da izpune u primorju izpražnjeni prostor. Noću dakako izgube na podnožju gorâ ležeće ravnice žarenjem nješto topline, pak s toga polaglje struji hladni zrak s gora. U jutro pak, čim sunce ugrije zrak nad ravni-

cami, postaju opet jače struje s gora. Ljeti nije tako velika razlika med toplotom u Sevenah i u primorju, s toga je onda Mistral posve slab, a kadkada za njeko vrieme izčezne.

U raznih primorskih priedjelih Španjolske, Italije, Grčke i Male Azije struje s primorskih gora k moru slični vjetrovi poznati pod različitimi imeni. Ovamo ide i bura, vjetar, koji duva u Hrvatskom primorju i na južno-hrvatskoj visočini. Bura je jak i žestok vjetar, koji struji sa sjevera, sjevero-iztoka ili iztoka prama moru. Pred burom diže se tlak zraka veoma brzo, a velika kadkada toplota spadne do ništice, pače i izpod ništice. „Bura puše u naših primorskih krajevih najjače, gdje gorovita sljemena nadvisuju more bar za 300—600 met. i gdje su još ta sljemena 2—4 km. do mora daleko, dakle od Rieke na svoj obali preko Senja do Zadra, najpače pak po visokih prema moru ostrmljujućih se Velebitskih obroncih; zatim u okolici Dubrovačkoj i Kotorskoj. Gdje su pak gorska sljemena niža, ili gdje su više od 4 km. udaljena od mora, kao što je to kod Zadra, Spljeta i na otocih, ondje je bura puno slabija. Bura je puno jača i duva češće po mjestih, koja su na kraju dragâ i dolinâ prema moru otvorenih, zatim u sedlih i klancih, gdje se ta neman veoma suzuje i s toga brža postaje. S toga i navaljuje bura prežestoko medju Oštarijami i Bagom, medju Vratnikom i Senjem, medju Alanom i Jablancem, medju Krivim putem i Senjem a najpače kod senjske obale“. Bura duva najviše pod konac jeseni i početkom proljeća, te traje kadkada po više dana. Primorac kaže o buri: U Senju se rodi bura, na Rieci se vjenča, a u Trstu umire. Bura je osobito strašna za svojih silnih, nenadanih udaraca. S toga su i podignuti uz željezničku prugu Ogulin-Rieka i Ljubljana-Trst na mnogih mjestih zidovi, da obrane parni stroj od toga silnoga vjetra.

Föhn, Mistral i bura spadaju već med žestoke zračne struje, te se mogu zbog svoje jakosti donjekle prispodobiti sa silovitimi vjetrovi u tropskih priedjelih. Nu smjer svih spomenutih vjetrova jest upravan, horizontalan. Vihrovi pak i orkani vrućega pojasa imaju vertikalni i zavojiti smjer. Nenadane zračne vijavice u tropskih priedjelih zovu se osmrk ili trombi (tromba = trublja), jer vjetreni stup naliči na trublju. Trombi duvaju na kopnu kao i na moru. Struje li kopnom, dižu u vis piesak i ostale lake stvari sa zemlje, pak ih viju u zraku tvoreći njeke vrsti čunj, kojemu šilj u vis ide (pješčana vitlica). Izporedi sl. 57. Ti su pojavi vrlo česti u vrućih, pjeskovitih i kamenitih priedjelih, imenito u pjeskovitih pustinjah. Du-



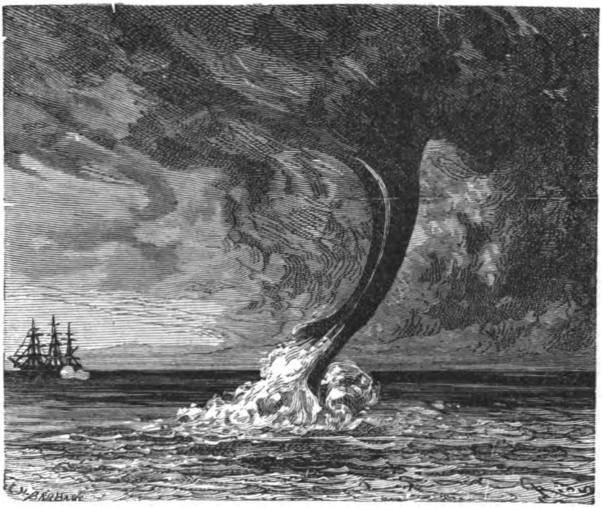
Sl 57. Pješčana vitlica.

vaju li pak trombi nad morem, to podruju vodu, dižu ju u vis i stvaraju tako zvanu vodenu vitlicu ili pijavicu. (Izporedi sl. 58.) Ova je najčešća u iztočno-indijskom otočju i na Guinejskoj obali, a kadkada nastaje i u Crnom i u Sredozemskom moru. Premda su trombi po svom objemu razmjerno dosta maleni, znadu ipak kadkada izčupati iz zemlje stabla, s kuća skinuti krovove, te velike grede na daleko raznieti.

Mnogo jače i neobično žestoke vijavice jesu strašne vihorine i orkani, tako zvani tornados. Najobičniji su ti orkani u iztočnom dielu Sjeverne Amerike i na zapadnoj obali Afričkoj. Pomorske su vihorine najčešće u pojasu tišine i u okolišu. Tornados nastaju, kad se jaka zračna struja naglo digne u vis, te se onda vodeni hlapovi sgustnu. Pošto orkane obično prate oluje i tuča, to znadu oni kadšto daleke priedjele užasno poharati. Na dnu su tornados široki do 1 km. a u vis se suzuju poput lievka. Kadkada poharaju priedjele u dužini do 1000 km. Da upoznamo silu tih vjetrova, spomenut ćemo, kako su 2. kolovoza g. 1837. poharali zapadno-indijsko otočje. Jedan dio toga otočja bijaše posve opustošen. Razsuline od 36 ladja zatvarahu luku sv. Tome; tvrdjica na ulazu u luku bijaše posve razorena, vjetar je na sve strane razbacao težke topove. U gradiću sv. Bartolomeja bijaše 250 zgrada porušeno, a od 33 ladje u Portoriku nije se nijedna spasla, premda su mornari, naglim padanjem tlakomjera opomenuti, sve moguće poduzeli, da nesreći predusretnu.

Još su strašniji vihrovi cikloni zvani („silovite vihorine“ ili Tajfuni u Kitajaca), koji haraju u Kitajskih i Japanskih morih i na susjednih otocih i obalah. Kao što kod običnih vihrova, kreće se i kod ovih zrak u zavojih oko središta, u kojem je tišina i nizki tlak zraka. Premda zračne struje oko središta strašno bjesne i buče, to se ipak ciklon ne miče većom brzinom, nego li obični željeznički vlak. Taj orkan kola obratno od kazala na uri, dakle na sjevernoj polutci od sjevera prema zapadu, jugu i iztoku. Nad ciklonom lebde crno žuti oblaci, iz kojih sieva, grmi i daždi. U Evropi dolaze cikloni uviek sa zapada, te se sve naše žestoke oluje čine orkanom, premda su mnogo blaže i slabije, nego li cikloni u tropskom i subtropskom pojasu. Kod strašnih vihrova u vrućem pojasu je u njihovih središtih tlak zraka mnogo slabiji, s toga i raste na sve strane mnogo jače i silovitije nego kod nas. Prema tomu je u vrućem pojasu premjer vihrova mnogo manji, nego li pod većom zemljopisnom širinom, a zrak kola mnogo žešće i silovitije.

Najužasniji ciklon bio je onaj u Zapadnoj Indiji dne 10. listopada g. 1780. Započeo je taj strahoviti orkan nedaleko otoka Barbados u južno-iztočnih Antilah. Ništa mu nije moglo odoljeti, nikakva gradjevina, nijedno stablo, nijedan grm, nijedna travica. Stanovnici grada, koji su se bili zaklonili u podrume, niesu pod strahotnom bukom orkana niti opazili, da su se sgrade nad njihovimi glavami porušile. Ali niesu svi žitelji našli zakloništa u podrumih, pak je na hiljade nesretnika zaglavilo pod ruševinami kuća. Nikakva bitka med neprijateljskimi vojskami ne počini takovih strahota i grozota, kao što je učinio taj orkan. Dalje prodirući zahvati on u



Sl. 58. Vodena vitlica.

vodah sv. Lucije Englezke bojne ladje, te ih sve strovali u morske dubljine, a da se nije ni živa duša spasla. Taj otok opustoši isto tako kao i prijašnji te pokopa do 6000 žitelja pod ruševinami kuća. Nadalje navali taj orkan nedaleko Martiniqua na prievozno brodovlje Francuzko te pokopa u morskih valovih 40 ladja i 4000 mornara. Na kopnu pak odnese strahotna vihorina i prateći ju morski valovi grad St. Pierre i sva mjesta sa zemlje, tako da je zaglavilo oko 9000 ljudi. Ovako je bjesnio od otoka do otoka sve do sv. Tome noseći svuda užas i smrt. Dapače i na sjeveru kod Bermudas otočja bijaše još toli silan, da je više Englezkih ladja, koje

su se kući vraćale, potopio. Posred tolike uzrujanosti i razdraženosti elemenata umuknulo je neprijateljstvo i boj med ljudima. Francuzi su naime u taj par boj vodili s Englezi, i sve one ladje, koje je more progutalo, nosile su vojnike, koji su imali jedni druge uništiti. Mržnju i neprijateljstvo onih, koji su preostali na životu, ublaži strašna nesreća. Francuzki zapovjednik u Martiniquu posla natrag 25 Engleza, koji su se njekako smrti oteli, Englezkomu zapovjedniku u sv. Luciju s primjetbom, da ih ne može zadržati kao zarobljenike, jer su pali u ruke neprijatelju od strahotnoga orkana, koji je objema strankama toliku nesreću nanio.

XXIV.

Podneblje.

Što je podneblje i o čem ovisi. — Izvori topline. — Koliko prima zemlja od ostalih stajačica topline. — Jakost sunčane topline. — Dnevna doba ili perioda toplote. — Primorsko i kopneno podneblje. — Kako utječe visinska razgrana kopna a kako rašće na toplotu. — Izotherme, izothere i izochimene. — Razlika toplote med sjevernom i južnom polutkom. — Povoljna toplota Evrope. — Supanovi pojasi. — Izvanredne promjene toplote. — U povjestno se doba nije znatno promienila toplota na zemlji. — Ledenjaci Švicarske. — Jedno ili dva ledena doba. — Hoće li zemlja doživjeti još koje ledeno doba. — Toplota na zemlji za tercijarne periode (novoga vieka).

1.

Podneblje (ili klima) kaže, kakovo je zračište njekoga priedjela, kakova mu je toplota, kolika vlaga i kako djeluje na biline, životinje i na ljude u onom priedjelu. Podneblje ovisi po tom o zemljopisnom položaju njeke zemlje t. j. o njezinom odnošaju prema prividnom putu sunca, o visinskoj razgrani, o blizini mora, o zračnih pojavih itd. Najznamenitije utječe na podneblje toplina, koja je ujedno glavni uvjet ustrojnomu životu na zemlji. Da nastane na našoj zemlji nenadano temperatura svemirska, u tren bi se ukočile sve tekućine, s mjesta bi nestalo ustrojnoga života na zemlji.

Izvori su topline vrlo raznoliki i mnogobrojni. Prvi je izvor u samoj zemlji, jer je žarina zemaljske unutrašnjosti tolika, da prodire kroz koru na zemaljsko površje. Ipak je ta toplina, dok dopre do zemaljskoga površja, već tako slaba, da posve neznatno utječe na toplotu ili temperaturu na zemlji. Po njoj ne bi mogle današnje biline niti životinje niti obstati. Za ustrojni život nuždnu toplinu dobiva s toga zemlja iz vana i to u prvom redu od sunca. Ta toplina, što ju dobiva zemlja od sunca, tako je znamenita, da bi jednako podieljena oko zemlje na godinu otopila 31 met. debelu koru, koja bi okružavala cielo zemaljsko površje. Da dobijemo toliku toplinu, morali bi spaliti sloj ugljena oko ciele zemlje od 250 mm. debljine.

Zemlja dobiva nadalje toplinu i od njekih drugih zviezda. Milijuni su stajačica sunca, koja nam iz izvanredne doduše daljine ipak dosta topline pošiljaju. Pouillet i Frölich računali su nepoznatu nam toplotu svemirsku na — 140° C., dotično — 130° C. Najviša pak toplota na zemlji brojila bi, da se odračuna toplina, što ju zemlja od sunca dobiva — 89° C. Razliku od 51° C. prema svemirskoj toploti morali bi pripisati toplini, koju dobiva zemlja od stajačica $^5/_6$ sunčane topline; a ta bi toplina 26 met. debelu ledenu koru oko zemlje otopila u jednoj godini. Mnogi se medjutim ne slažu sa računom Pouiletovim. Osobito je koristno po zemlju, što joj stajačice neprestano pošiljaju toplinu. Ove tim donjekle ublažuju opreke, koje bi inače morale nastati, da je zemlja izvrgnuta samo dojmu hladnoga svemira, noću i zimi, kad sunčani traci ili ne dopiru do njekih tačaka na zemlji, ili pak posve koso padaju. Pojedine stajačice pošiljaju dakako posve neznatnu toplinu zemlji. Isto je tako toplina, što ju dobiva zemlja od mjeseca, tako neznatna, da se jedva opaža najoštrijimi pomagali novije fizike.

Sva toplina, koja izvana dopire do zemlje, ne djeluje izravno i bez zapreke na zemaljsko površje, jer mora prije prodrieti kroz zračište. Cjelokupno pak zračište djeluje raznoliko na sunčanu toplinu, koja dopire do zemlje. Ono upravo, kaže Ratzel, zajedno sa položajem zemlje prema suncu utječe najviše na to, kako je toplina podieljena po cieloj zemaljskoj površini; ono ju na jednoj strani smanjuje, da ju na drugoj strani istodobno poveća. Zračište upija jedan dio sunčanih trakova, tako da ne dopiru podpuno svi do zemlje. Po Crovu i Violli mogla bi sunčana toplina, koja dopire do skrajnje medje zračišta, otopiti ledeni sloj oko zemlje sa polumjerom od 42 met. Što medjutim dalje prodiru sunčani traci u zračište prema zemaljskomu površju, to im više zračište oduzimlje topline. Violle je proračunao, da od sve sunčane topline, koja okomito prodire kroz zračište, dopire još 94% do vrha Montblanka, 79% do 1200 met. visokoga plazura Bosona, a 71% do nizine Grenobleške. Pouillet je proračunao toplinu, koju izgube sunčani traci prodirući okomito kroz zračište na 25%. Zrak upija to više topline, što je veći put, koji imadu sunčani traci kroz zračište provaliti. S toga su sunčani traci sve topliji, što okomitije padaju na zemlju (ljeti, o podne), a sve su slabiji, što više koso padaju (zimi, za sunčanoga izhoda i zapada). Dokazano je takodjer, da suhi zrak sunčani traci laglje prodiru, nego li kad je pun vodenih para. S toga primaju

mjesta, koja imadu vlažan zrak i naoblačeno nebo, manje topline od sunca, nego li mjesta, koja imaju gotovo neprestano vedro nebo.

Zračište nam dakle svakako otimlje jedan dio sunčane topline, koja je bila na putu da prodre do zemaljskoga površja; ali mnogo topline ne može nam ipak oteti. Imenito suho zračište prodru tako lako sunčani traci, da mu vrlo malo preostane topline. Dapače i ona toplina, koja se nalazi u dolnjih slojevih zraka, gdje živimo, nastaje odrazom sunčane topline od zemaljskoga površja. Zemlja naime upijajuć podpuno sunčane trakove brzo se ugrije, te žarenjem podaje toplinu zraku. Na taj način postaje zemlja izvorom topline za zračište, koje pridrži od zemlje odrazujuću se toplinu. S toga se i ne žari previše i prenaglo zemlja, već joj ostaje dovoljno topline, da pobudjuje i podržaje ustrojni život.

Uočimo li sve momente, o kojih ovisi toplota pojedinih tačaka na zemaljskom površju i koje smo spomenuli na početku ovoga poglavja, bit će nam jasno, zašto nije svuda na zemlji jednaka i nepromjenljiva toplota. U prvom redu ovisi toplota njekoga mjesta o njegovom zemljopisnom položaju t. j. o njegovoj zemljopisnoj širini. O tom naime, kako je koje mjesto udaljeno od polutnika ovisi kao što smo gore u poglavju III. protumačili, pod kojim kutom i kako dugo padaju na nj sunčani traci. Očevidno je, da sunčani traci to jače njeki dio zemaljskoga površja ugrijavaju, što okomitije i dulje na nj padaju. Po tom je u polutničkih priedjelih zemaljsko površje najjače ugrijano, a odavle zatim na obje strane prema polom toplota postupno opada. Budući da zemaljska os koso stoji na svom putištu, redovito se mienja toplota svake sliednje tačke na zemaljskom površju i to tako, da gibanje zemlje oko svoje osi uzrokuje dnevnu, a kretanje zemlje oko sunca godišnju periodu toplote.

O godišnjoj periodi bilo je govora gore, pak ćemo s toga ovdje samo o dnevnoj periodi toplote u kratko sliedeće spomeniti. Kad se diže sunce poslije svoga izhoda na iztočnom nebu sve više nad obzorje ili horizonat, djeluje sve više insolacija (sunčanje, t. j. toplina sunca) i temperatura mora da sve više raste. Najtoplije ipak nije onda, kad se sunce do najviše tačke nad obzorjem podiglo, već raste toplota još jedan do dva sata poslije podne. Kad je naime sunce u kulminaciji ili na vrhuncu nije još toplota zemaljskoga površja tako narasla, da bi mogla zemlja prema svemiru toliko topline puštati, koliko je sunčanimi traci prima. Tek med 1. i 2. urom poslije podne nastaje na njeko vrieme ravnovies med toplinom, što ju zemlja prima i onom, koju pušta: dnevna je temperatura ili toplota u taj čas postigla svoj vrhunac ili maksimum.

Odsele pošto se sunce natrag k obzorju nagiblje, pušta zemlja sve više topline, s početka polagano, a pod večer sve jače. Po noći, pošto ne ima insolacije, pada toplota sve niže, dok nije njekako za izhoda sunčanoga postigla svoj minimum. Toplota se tečajem dana ljeti više mienja, nego li zimi. Razlog je tomu, što se ljeti visina sunca tiekom jednoga dana više mienja, nego li zimi. U Hrvatskoj n. pr. pod 46° sjev. šir. mienja se ljeti visina sunca za najduljega dana od 0°—67½°, a zimi za najkraćega dana samo od 0°—20½°.

Budući da je u vrućem pojasu za raznih dnevnih doba vrlo različna visina sunca, to je tamo i razlika med dnevnom i noćnom toplotom obično veća, nego li med ljetnom i zimskom toplotom. U Singaporu n. pr. iznosi popriečno temperatura mjeseca siečnja 25·7°C. a mjeseca srpnja 27·6°C. Razlika je dakle samo za 1·9°C., dok iznosi maksimum dnevnih promjena toplote do 7·7°C. U Hammerfestu (70° 40′ sjev. šir.) iznosi nasuprot razlika med temperaturom najtoplijega i najhladnijega mjeseca (srpanj i siečanj) 16·4°C, dok je nasuprot najveća razlika dnevne toplote 3·5°C.

Da jedino insolacija ili sunčanje odlučuje o toploti ili temperaturi njekoga mjesta, imala bi sva mjesta iste zemljopisne širine jednaku popriečnu toplotu. Nu tomu nije tako. Izkustvo nas naime a i znanost uči, da je primorsko ili oceansko podneblje mnogo jednoličnije, nego li podneblje kopna, koje se zove kopneno ili kontinentalno. Wilkesova iztraživanja o posebnoj toplini raznih tvari na zemlji uče nas, da posebna toplina vode iznosi 4 puta toliko, kao posebna toplina čvrstoga tla. Ako dakle vodu i kopno sunčani traci jednako ugrijavaju, to naraste vidljiva ili toplomjerska toplina kopna 4 puta toliko kao toplina vode. More se polagano i težko ugrijava, a isto tako i polagano ohladni. Naravno da to vriedi i za zrak nad morem, s kojim je i onako neprestano u doticaju. S toga imaju primorja blagu zimu i umjereno ljeto. U primorskih dakle priedjelih ne ima velike razlike i opreke u toploti med ljetom i zimom.

Posve je to drugčije na kopnu. Ono upija brzo sunčanu toplinu, ter s toga raste naglo toplota na kopnu; nu isto tako pušta ugrijana zemlja brzo i lako natrag atmosferi svoju toplinu. S toga se priedjeli kopneni, udaljeni od mora, ističu ljeti velikom vrućinom, a zimi jakom studeni. Njihovo podneblje obiluje čestimi i brzimi promjenami toplote, a k tomu je suho, te ima malo vlage. Ako prispodobimo Irsku i Englezku sa Astrahanom, uvjerit ćemo se o velikoj opreci med primorskim i kopnenim podnebljem. U Irskoj kao i u Englezkoj

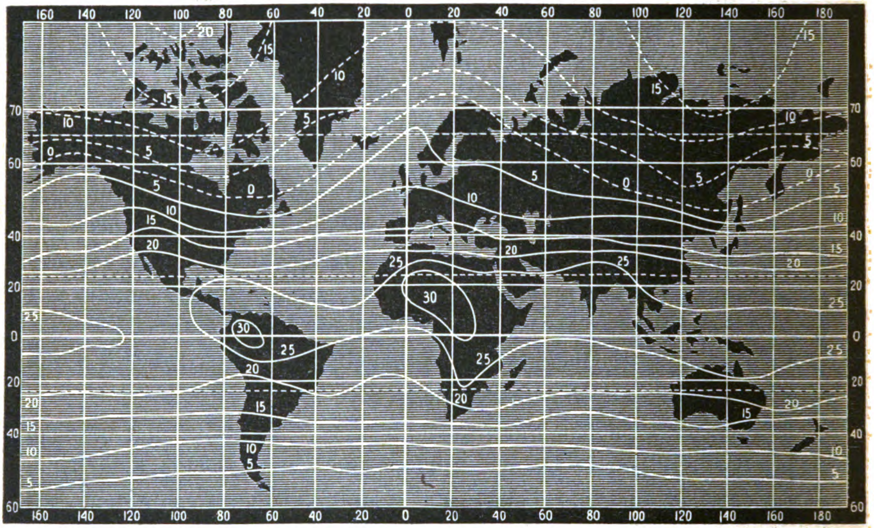
obično je zima tako blaga, da se stoka po travnicih i livadah pase; zato i zovu Irsku „vazda zelenim i smaragdnim otokom“; ljeti pak nije tolika toplota, da bi uspievalo groždje. U Astrahanu se pak zimi kadkada i živa smrzava od silne studeni, a ljeti dozrieva grožđje. — Kako i morske struje znamenito djeluju na toplotu, razložili smo već gore.

Gotovo još znatnije utječe na toplotu i podneblje kopna visinska razgrana. Spomenut ćemo samo to, da svuda na zemaljskom površju s visinom nad licem morskim pada i toplota. Na polutniku pada toplota za 1°C., ako se popnemo nad površje morsko za 178 m.; pod 30° šir. pada za 1°C. već u visini od 160 m.; pod 50° šir. u visini od 131 m., a pod 70° šir. pada temperatura za 1°C., ako se samo popnemo za 92 metra.

Nadalje utječe na podneblje rašće (vegetacija), navlastito šume. Kao što je već Humboldt liepo razložio, djeluju šumski priedjeli na više načina na podneblje, a naročito što podavaju zemlji hladovitu sjenu, zatim svojim izparivanjem. Šume ublažuju promjenu temperature, dakako umanjujući više maksimum, nego li povisujući minimum toplote. One dakle sbližuju podnebne opreke. Udaljeno od šuma golo tlo ima bez sumnje u svako godišnje doba višu popriečnu toplotu, nego li šumski priedjeli. Kao što zbog izhlapljivanja mora imadu primorski krajevi više vlage, isto tako djeluju ogromni šumski krajevi izhlapljivanjem na podneblje i to ne samo na svoj okoliš, već gdjekada poradi vjetrova i na dalje priedjele.

Budući da spomenuti odnošaji znatno mienjaju matematičko podneblje, to nije pod istom zemljopisnom širinom jednaka godišnja toplota. S toga su crte, koje spajaju mjesta jednake popriečne godišnje toplote, tako zvane isotherme ili sutoplotke, krivulje, koje se sad udaljuju, sad opet približuju smjeru uzporednikâ, a niesu uzporedne niti med sobom. Isto se opaža kod isothera ili suljetaka, crta, koje spajaju jednake popriečne ljetne toplote, i kod isochimena ili suzimaka, crta, koje spajaju mjesta iste popriečne zimske toplote. Najviše su krivuljaste, kao što nam slika 59. svjedoči, isotherme u sjevernom Atlantskom oceanu i u unutrašnjosti kopna; najmanje su pak krivuljaste isotherme na južnoj polutci, gdje idu preko nepreglednih morskih površina. Odatle zaključujemo, da je toplota na zemaljskom površju u kotlinah pokritih morem jednoličnija, nego li na kopnih i tamo, gdje se mora i kopna dotiču. S punim se dakle pravom već od davnine razlikuje primorsko i kopneno podneblje.

Promatramo li isotherme na zemaljskom površju, to ćemo još do mnogih znamenitih zaključaka doći. Tako se n. pr. iz isotherma učimo, da su oko ekvatora kopna toplija, nego li mora, dok su u viših zemljopisnih širinah prema polom kopna hladnija, nego li mora. U polutničkih naime krajevih, gdje je jača insolacija, povećavaju još toplotu kopnene mase; u polarnih pak zemljah, gdje je jače žarenje zemlje, umanjuju one toplotu. Nadalje nam isotherme kažu, da je sjeverna polutka u obće toplija, nego li južna, ali da je popriečna godišnja toplota veća na južnoj, nego li na sjevernoj polutci. Glavni razlog podnebnim oprekam med sjevernom i južnom polutkom je



Sl. 59. Godišnje isotherme.

po svoj prilici astronomijske naravi. Proljeće naime i ljeto traju ekvatoru na sjeveru dulje (za 7 dana i 16 sati) nego li ekvatoru na jugu. Ljeti je doduše sjeverna polutka udaljenija od sunca, pak mu se približuje onda, kada je u Evropi i Aziji jesen i zima. Po tom bi se dakle mogla u cielosti izjednačiti med objema polutkama toplina, što ju primaju od sunca. Nu s toga, što zemaljska os stoji koso na svom putištu, jest ekvatoru na sjeveru veći broj dnevnih sati, nego li noćnih, dok je na jugu veći broj noćnih sati. Sjeverne dakle zemlje primaju za svih svojih dana više topline, a izgube je za svojih noći manje, nego li zemlje ekvatoru na jugu. Istina je doduše, da niesu

još dovoljno sve te opreke med objema polutkama izpitane, ali toliko se svakako znade, da je med njima razlika u toploti i to bud periodična, bud trajna. Duperrey računa razliku na jedan stupanj, a Dove je računao samo nješto više. Med nuzgrednimi razlozi, što je sjeverna polutka toplija od južne, moglo bi se i to spomenuti, što je na južnoj polutci više vode, zatim što je razno podieljena oborina med obje polutke, jer su oceani južne polutke područja izpare, dok su kopna sjeverne polutke područja oborina.

Isotherme svjedoče na dalje, da Amerika, kao i sjeverna Azija imadu manju toplotu, nego li Evropa pod istom zemljopisnom širinom. Newyork n. pr. leži nješto južnije, nego li Rim, pa ipak ima za 4°R. manju popriečnu godišnju toplotu, nego Rim. Kristijanija i Quebeck imadu gotovu jednaku popriečnu godišnju toplotu, a ipak leži Quebek malo ne za 13 stupnjeva južnije, nego li Kristijanija. Grad Bergen u Norvežkoj ima popriečnu godišnju toplotu 6·57°R., dok iznosi u Nainu na obali Labradorskoj Bergenu 3° na jugu popriečna godišnja toplota 1·86°R. Razlika u temperaturi med iztočnom Amerikom i zapadnom Evropom ovisi, kao što smo već gore spomenuli, o strujah. U unutrašnjoj pak Americi pada temperatura zbog toga, što Kordiljeri južno-zapadnim vjetrovom otimlju njihovu toplinu. Iz svega se vidi, da ima Evropa u klimatičkom pogledu osobite prednosti. Sjever, zapad i jug povisuju popriečnu godišnju toplotu Evropi, a ljeti nabiru sva susjedna mora toplinu, da njom zimi ublaže u Evropi studen. Jedini iztok šalje kadkada ljeti suhe i strašno vruće a zimi ledene vjetrove; Skandinavsko medjutim gorje, Karpati i Sudeti i Alpe brane zapadnu i južnu Evropu od tih vjetrova.

Najvrući pojas na zemaljskom površju leži, kao što isotherme uče, najvećim dielom ekvatoru na sjeveru, prostiruć se unutrašnjom Afrikom, sjevernim dielom južne Amerike i iztočnom Indijom. Taj pojas zatvaraju dvie polutniku na sjeveru i jugu steruće se crte, koje spajaju mjesta 25°C. topla. Najhladniji pak priedjel na zemaljskom površju leži u arktičkom otočju sjeverne Amerike. Okružuje ga isotherma — 17, 78° ter ne ima sjeverni pol baš u sredini. — Poznati geograf A. Supan predlaže, da se mjesto običnih (5) pojasa, koje je već prvi postavio Parmenid i koji su za pravo „pojasi razsvjetljenja sunčanoga“, uzmu tri glavna pojasa i 6 manjih pojasa. Od njegovih glavnih pojasa leži „topli pojas“ med isothermami od 20°C., koje su ujedno medjom „priedjelu tišine“; „umjereni pojas“ ležao bi med isothermami od 20°—0°, a njegov hladni pojas bio bi od isotherme 0° do polova.

*

Zemljovid isotherma razlikuje se znatno od zemljovida isothera, koji nam pokazuje popriečnu ljetnu toplotu. Ta se razlika imenito tiče nejednake toplote kopna i mora na sjevernoj polutci. Kopno ima u to doba veću toplotu, nego li more. Isto se opaža i na južnoj polutci (u južnoj Africi i u južnom dielu Južne Amerike), dok su na morih južne polutke isothere neobično jednolične.

Isochimene t. j. crte, koje nam pokazuju popriečnu zimsku toplotu, svjedoče, kako na južnoj polutci na kopnu raste toplota, a na moru pada; na sjevernoj nasuprot polutci opaža se, kao i kod isotherma, da na kopnu pada toplota, dok na moru raste.

Mnogobrojna opažanja o tom, kako je toplina razdieljena po zemaljskom površju svjedoče, da je neprestano jednaka množina topline na zemlji. Nu osim redovitih i pravilnih promjena toplote ima takodjer izvanrednih promjena, koje medjutim po Doveu niesu nikada mjestne i omedjene samo na pojedine malene priedjele, nego se prostiru obično većimi dielovi zemaljskoga površja. Nikada dakle nije n. pr. neobično jaka zima u Štajerskoj ili u Slavoniji, a da se ne bi to opažalo u susjednih zemljah. Priedjeli, kaže Jakob, u kojih se u stanovito doba jake opreke toplote pokazuju, leže obično postrance t. j. smjerom zapadno-iztočnim. Tako je kadkada oštra opreka u temperaturi med Evropom i Amerikom. Već se više puta dogodilo, da je u Sjevernoj Americi bila veoma oštra zima, dok je Evropa imala blagu i povoljnu zimu, i obratno.

2.

Veoma je zanimljivo pitanje, kakova je toplota bila na zemlji u predjašnja vremena? Na to se može sigurno samo to odgovoriti, da se ne da dokazati, da bi se u povjestno doba mienjala toplota na zemaljskom površju. Redovito i neprekinuto opaža se toplota na njekih mjestih tek od konca prošloga stoljeća, a toplomjer, kojim se i neznatne razlike toplote mogu mjeriti, nije još dugo u porabi. Hoćemo li dakle izpitivati promjenu podneblja i napose toplote za predjašnjih stoljeća, ne preostaje nam drugo, nego da iztražujemo promjene bilinstva i životinjstva.

Po tom, što se u Palestini još danas goji vinova loza uz datulovu paomu, kao što u biblijsko doba, zaključuje Arago, da se nije podneblje te zemlje za 3300 godina znatno promienilo. Isto tako sude Arago, Biot i drugi o odnošajih toplote u Egiptu, Grčkoj, Kitaju itd. Ima medjutim tragova n. pr. u Alpah, po kojih bi čovjek držao, da se je podneblje posljednjih stoljeća pogoršalo. Tako se

niesu mnogi ledenjaci u predjašnje doba tako daleko prostirali kao danas. U dolini Hasli gojila se prije konoplja, dok dan danas zbog prerane zime i sniega ne uspieva. I šuma se u naše doba u Alpah preko sto metara snizila. Medjutim spomenuta a i slična opažanja još ne dokazuju, da su se odnošaji toplote na zemlji u povjestno doba promienili.

Nasuprot ne ima sumnje, da su u predpovjestno doba za predjašnjih perioda zemaljskoga života na mnogih mjestih bili drugačiji podnebni odnošaji. Tako se znade, da su se u diluvijalno doba (t. j. u sadašnjosti starija naplavljena gorja) alpinski ledenjaci mnogo dalje prostirali, nego li dan danas, i da je veći dio sjeverne Evrope bio oledjen. Supan kaže: „Još ima tragova onomu doba, koje geologija zove ledeno doba. Ogromni led na kopnih, kojemu je sielo i početak bio na Skandinavskoj visočini, pokrivao je Englezku do 51^0 šir., Njemačku do 50^0 šir., a Rusku do linije Harkov-Kazanj-Mezenj. U sjevernoj Americi širili su se ledenjaci do 39. uzporednika ter su bili ogromni do kakovih 2000 m. Alpe i mnogobrojna druga gorja bila su takodjer pokrivena debelom ledenom korom i spuštahu ledenjake u okolišne doline i nizine. Po računu Penckovom bilo je 21 milijun četvornih kilometara sjevernih kopna i 6 milijuna četvornih kilometara sjevernih mora pokopano pod ledenjaci; isto toliko površje je pokrivao led na južnoj polutci“. Po Herru bilo je za ledenoga doba u sjevernoj Švicarskoj 5 velikih ledenjaka, koji su takodjer velik dio dolinah Švicarskih pokrivali. Najveći med timi ledenjaci polazio je od Wallisa, izpunjavao je čitavu gornju dolinu Rhodana i razne pokrajne doline, te se je širio preko Ženevskoga jezera do Jura gorja. U glavnoj dolini Wallisa sezao je preko 1000 m. nad današnje podnožje. Mnogo manji ledenjak Aare zapremao je doline gornje Bernske 650 m. nad današnjim podnožjem. Mnogobrojni, razgranjeni ledenjaci po sjevernoj Evropi spuštali su tamo, gdje su sezali do mora, nebrojene pećinjastimi gromadami natovarene ledene gore u more. Ove su zatim do sjeverne Njemačke razne morske struje potisnule, gdje su se ili nagomilali u čitave brežuljke, ili su pojedince nadjeni i nazvani zabludjelim kamenjem.

U ovo su doba pokrivali ledenjaci po mnienju njekih veliki dio Francuzke, Španjolske, Italije, Velike Britanije, Irske, isto tako njeke česti Azije, Afrike i sjeverne Amerike. Pače u Sredogorju središnje Evrope kao u Crnoj šumi, Vogezih, Krkonoših i u Durinžkoj šumi bilo je za onda ledenjaka. Što se bliže polutniku nalaze tragovi njekadašnje ledene dobe, to mora da je bilo veće područje, kojim se

prostiralo ledeno doba, jer nije vjerovatno, da bi ledenjaci bili nastali na gorjih blizu tropa, a da bi umjereni pojas bio bez ledenjaka.

Ima strukovnjaka, koji još danas sumnjaju, da li je bilo samo jedno ili više ledenih doba. Njeki zagovaraju dva ledena doba. Budući da su se ledenjaci, kao što smo gore spomenuli, na daleko protezali, to mora da je u ono doba vladala izrazita morska klima. Unutar prostranih kopna nema velikih ledenjaka, jer nema za to dovoljne oborine. Po tom se moralo more za ledenoga doba mnogo dalje prostirati, nego li danas. Gorostasni dakle ledenjaci ledenoga doba niesu mogli nastati na velikih kopnih, već na gorovitih otocih, s kojih su se na daleko pomicali k plitkomu diluvijalnomu moru. Da je more kasnije spalo, nema se tomu pripisati, kano da je ono zbilja spalo, već da se je kopno podiglo. Za veliku Britansku pak kao i za Skandinaviju, Finlandiju i Alpe, imenito u Švicarskoj, dokazalo se, da se je tamošnje kopno dva puta diglo i spustilo. Nadalje se po mnienju njekih i tačnim opažanjem tragova plazurskih pronašlo, da treba razlikovati dva ledena doba i da je drugo po svoj prilici manje bilo.

K tomu se čini, da za teoriju o dva ledena doba i to govori, što se na mnogih mjestih naišlo na dvie diluvijalne morske naslage jednu nad drugom, a obje razstavljene okameninami kopnenih organizama, ili takovih, koji živu u sladkoj vodi. Po tom su njeki zaključili, da su dva ledena doba sa pretežno pomorskim podnebljem bila razstavljena takovom periodom, u kojoj je više kopna bilo na zemaljskom površju, nego za ledenih doba. — Njeki tumače ledeno doba tako, da je zemaljsko površje imalo onda izrazito morsko podneblje. Drugi opet traže u astronomskih odnošajih uzrok ledenom doba. Ovi misle naime, da se zemlja za ledenog doba okretala u hladnijem dielu svemira, nego li danas. Njeki su nadalje tražili uzrok hladnijoj toploti, koja je morala vladati na zemlji za ledenog doba u tom, što je Sahara još onda bila morem pokrita, pak s toga da nije za onda još bilo Föhna, toploga vjetra, koji nastaje danas u Sahari i koji imenito u Alpah prieči, da se ne nagomila previše sniega. Proti toj teoriji je ustao Dove, dokazujuć, da Föhn ne potječe iz Sahare već iz Karibskoga mora. Sartorij Waltershaušk i tvrdi, da se njekadašnja ogromnost ledenjakâ u Švicarskoj inače ne može protumačiti, nego da prihvatimo mnienje, da je od onda na toliko tlo zemaljsko spalo, da su se oni stari nasipi iz visine od 1402 met. (gdje je na sjevernoj strani konac ledenjakom) spustili do onih ograda oko 420 met. visokih, gdje je dolnji kraj morena.

Da je ledeno doba više uzročilo izrazito pomorsko podneblje, nego li njekoliko stupnjeva hladnija temperatura od današnje, dokazuju po mnienju njekih ledenjačke tvorbe na Novoj Seelandiji. Zbog vlažnoga otočnoga podneblja načine se naime na tom otoku, koji ima zimu dosta blagu, al ipak mnogo sniega, ledenjaci, koji dopiru do pojasa sa na pol tropskim rašćem. Ledenjaci na gorskoj kosi Mount Cook spuštaju se tako nizko do mora, kao što sjeverne glavine u Norvežkoj. Ako je dakle Evropa imala njekoč izrazito otočno podneblje, to je moguće, da su njezina gorja imala onda i bez znatno hladnije toplote one daleke ledenjake, po kojih smo došli do zaključka o njekadašnjem ledenom doba.

Nehotice nam se ovdje namiće pitanje, ne će li zemlja i u buduće imati novo ledeno doba? Na to je težko odgovoriti. Medjutim ako je sigurno, da je ledeno doba nastalo, što je bilo na zemlji manje kopna, a više mora nego li danas i s toga posve pomorsko podneblje, onda se ne treba tako skoro bojati novog ledenog doba. Danas je naime dokazano, da se najveći dio evropsko-azijsko-afričkoga kopna od predpovjestnog doba polagano diže iz mora.

A kakovi su bili podnebni odnošaji na zemlji prije spomenutog ledenoga doba, pitat će možda tko od čitatelja. Evo u kratko odgovora. Mnogobrojni ostatci tropske flore (biline) i faune (životinje) u polarnih priedjelih nepobitno nam svjedoče, da je za tercijarne formacije (novi viek) prema polom bila veća toplina, nego li danas, i da su podnebni odnošaji onda bili mnogo jednoličniji, nego li danas. Ma da i uzmemo, da su n. pr. orijaški, duge dlake, slonu nalični debelokožci prasvieta, kojih su ostatke, santami leda obložene, našli u polarnih krajevih, njekoč pod raznimi podneblji živjeti mogli, to se ipak ne bi moglo reći o flori. S razloga, koji potječu iz fiziologije (životoslovja) bilja, kaže Humboldt, izgube paome, banane i drvlju nalične biline na sjevernoj studeni njeke svojih organa. Pošto se je pako našlo u polarnih priedjelih vrlo mnogo subtropijskih životinjskih i bilinskih ostataka, mora da zaključimo, da je u tercijarnoj periodi subtropijska toplota sezala sve do polarnih priedjela. A kako se dade to protumačiti? Prije su držali, da je unutrašnja zemaljska toplina, koja je u tercijarnoj periodi mnogo jače djelovala na koru zemaljsku, uzrokom tadašnje veće toplote. Danas se posve napustilo to mnienje, jer se drži, da je već i u predjašnjem doba zemaljskoga života poprіečnu toplotu na zemlji mogla unutrašnja toplina zemaljska posve neznatno pojačati.

Kasnije su njeki tvrdili, da je osebujna razdioba kopna i vode omogućila pod visokom zemljopisnom širinom tako toplu temperaturu. Nu i na taj način ne može se naći pravi uzrok tako toploj temperaturi, kako je n. pr. sudeći po drveću vladala u Spitzbergih. Jer tako daleko na sjeveru moglo bi kopno i voda jedva tako zgodno podieljeno biti, da bi ljetna toplota sezala do 5°C. Za takove pak topline ne bi mogle podnipošto uspievati drveću nalične paprati i one vrsti drveće, na koje se je na Melvill-otočju, Bankovoj zemlji, Grönlandiji, Islandu itd. naišlo. Njeki su nadalje dokazivali, da su po svoj prilici tople morske struje dopriniele k tomu, da je u ono doba tako topla temperatura na sjeveru vladala. Nu makar da se i uzme, da je voda i kopno tako zgodno bilo podieljeno, da su tople struje dopirale daleko na sjever, ipak je vrlo sumnjivo, da bi zbog tih struja uspievati mogla flora nalična na floru Kalifornije.

Napokon su njeki dozvali u pomoć izvore izvanzemaljske topline, da protumače topliju temperaturu predjašnjih perioda zemlje. Tvrdilo se naime, da je toplina sunca u tercijarnoj dobi bila jača, ili da se zemlja tada kretala u toplijem svemiru. Pošto medjutim ne znamo, da li se u obće i na koliko se od tercijarnih vremena promienila toplota sunca ili toplota svemira, to su oba mnienja dosta smjele hipoteze.

SADRŽAJ.

Strana

Pripomenak . . . . VII—VIII

Uvod u obći zemljopis.

O čem govori zemljopis. — Astronomijski ili matematički zemljopis. — Prirodni zemljopis. — Kulturni ili povjestni zemljopis ili antropogeografija. — Kako tumači antropogeografija razvitak starih naroda. — Grane kulturnoga zemljopisa. — Herbart o zemljopisu. — Kako se je zemljopis razvijao od najstarijih vremena do danas. — Znamenitost pojedinih grana prirodnih znanosti po zemljopis. — Montesquieu o doticaju zemljopisa s poviesti. — Humboldt i Ritter osnivači današnjega zemljopisa. 1—10

I. Zemlja, zviezda med zviezdami.

Zemlja i ostale zviezde. — Sunce. — Planeti unutrašnji i izvanjski; planetoidi. — Mjeseci. — Koji su planeti najsličniji zemlji. — Središnji položaj zemlje. — Čime pretječe zemlja sve ostale zviezde. — Nebeska tjelesa izvan sunčanoga sustava. — Bezkrajnost svemira. — Udaljenost stajačica. — Sva svemirska tjelesa sastoje od istih tvari. — Rimska cesta. — Maglice. — Zemlja je donjekle podpuni kosmos, slika i prilika bezkrajnoga svemira . . . . 11—24

II. Oblik zemlje.

Svakdašnje izkustvo. — Homerova zemlja i druge slike starih naroda o zemlji. — Kako se je došlo do spoznaje, da je zemlja okrugla. — Pjesničtvo i znanost u starom vieku. — Sklad u znanosti staroga vieka. — Pitagora i drugi znameniti muževi staroga svieta. — Stariji dokazi, da je zemlja okrugla. — Razlika u dnevnoj dobi med zapadom i iztokom. — Zemlja nije kruglja već pakruglja. — Mjerenje stupnja na polutniku. — Kako se je došlo do metričke mjere i na čem se osniva. — Uzvisitosti zemaljskoga površja posve su neznatne . . . . . 25—35

III. Dnevna i godišnja doba.

Da li se sunce ili zemlja kreće? — Težkoća riešenja ovoga pitanja. — Koliko vriedi u tom pogledu izkustvo osjetili stečeno. — Kopernikov sustav. — Dokazi, da se zemlja kreće. — Kretanje (rotacija) zemlje. — Krajnici (poli). — Polutnik (ekvator).

Strana

— Dnevna doba. — Kako se jedan dan dobije ili izgubi, ploveći oko zemlje. — Putište zemlje oko sunca. — Os zemaljska stoji koso na svom putu. — Prividni put sunca. — Godišnja doba. — Obratnici, krajnici (polarnici) i zemaljski pojasi. — Kako raste i pada dužina dana i noći od polutnika (ekvatora) prama krajnikom (polom) . . . . 36—45

IV. Matematičke tačke i crte na zemaljskoj kori.

Obzor (horizont). — Tjemenjak (zenit). — Podnožnjak (nadir). — Svemirska i zemaljska os. — Sjeverni i južni pol. — Uzporednici. — Visina sunca pojedinih mjesta. — Zemljopisna širina. — Podnevnici. — Zemljopisna dužina. — Kako se je od starine mjerila zemljopisna dužina. — Do sada je malo tačaka na zemlji astronomički opredieljeno. — Strane svieta. — Teža zemlje. — Mogućnost, da se ju pronadje. — Privlačivost zemlje. 46—54

V. Mjesec.

Mjesec je razmjerno blizu zemlje. — Proučavajuć pobliže mjesec upoznajemo bolje i zemlju. — Siderski mjesec. — Sinodski mjesec. — Mjesečeve miene (faze). — Pomrčanja sunca i mjeseca. — O površju mjesečevu. — Na mjesecu ne može biti organičkoga života. — Razdioba vremena po mjesecu. — Koledar Julijev i Gregorijev. — Crkveni koledar . . . . . 55—62

VI. Vulkanizam.

Kako se je slabo prodrlo do sada u unutrašnjost zemlje. — Naslućivanja o zemaljskoj nutrinji. — Opažanja o temperaturi zemaljske kore. — Vrlo je vjerovatno, da je unutrašnjost zemaljska žarko tekuća. — Što su vulkani. — Kako postaju vulkanske gore. — Lava. — Izumrli vulkani. — Raširenost vulkana na zemlji. — Veličina vulkana. — Podzemski plinovi. — Što je potres. — Okomiti, valoviti i potresi u okrugu. — Jakost i strahota potresa ovisi o raznih okolnostih. — Potresi u primorjih. — Potresni predjeli. — Seismometer. — O postanku potresa. — Falbova teorija . . . . 63—83

VII. Razdioba kopna i vode na zemlji.

Četiri »elementa (počela)« starih. — Kopno, voda, zrak. — Razdioba kopna i mora kod starih naroda. — Strabon, otac znanstvenoga zemljopisa. — Veličina 5 kontinenta (kopna) i 5 mora. — Oblici pojedinih mora. — Zašto se Evropa broji kao poseban kontinent. — Glavne oznake kontinenta. — Stari i novi sviet. — Evropa, Afrika, Azija, Amerika, Australija. — Da li je kopno s morem pravilno po kakvih zakonih poraz-

Strana

dieljeno na površju zemaljskom. — Sličnosti i raznolikosti kontinenta. — Vanjski i unutrašnji sklad (harmonija) kontinenta . 84—99

VIII. **Obale.**

Znamenitost obala. — Zaljevi. — Naravne luke — Hrvatsko-dalmatinska obala. — Prevlake. — Fjordi. — Razvitak obala znamenit je po napredak naroda; primjeri za to iz poviesti. — More razara visoke a i nizke obale — Zatoke. — Limani. — Lagune. — Sipine — Poluotoci i njihov postanak. — Stoljetno dizanje i spuštanje obala. — Serapisov hram kod Puzzuolija. — Koje se obale danas dižu a koje opadaju? . . . . 100—114

IX. **Otoci.**

Koje se kopno zove otok. — Množina otoka. — Kako se diele otoci po svom postanku. — Odtrgnuti od kopna otoci. — Naplavljeni otoci. — Svjetski otoci. — Oceanski i to: vulkanski i koraljni otoci. — Obalni grebeni. — Postanak otoka. — Kako su razšireni koraljni otoci — Znamenitost otoka po bilinstvo i životinjstvo i po razvitak naroda . . . . 115—126

X. **Nizine.**

Razdioba tla po osovnoj razgrani. — Gdje su najviše nizine. — Neizmjerna kontinentalna nizina. — Obćeniti pogled na nizine. — Jedne su nizine osušeno morsko tlo, a druge su nastale taloženjem mulja i naplavinami velikih rieka. — Znamenitost ovih po kulturu a jednoličnost onih. — Francuzki »Landes«. — Sjeverno-njemačka nizina sa svojimi ledinami. — Ugarske puste. — Ruske stepe. — Tundra. — Pustarski pojas. — Sahara i njezini nastavci na iztoku. — Nizine i pustinje u Americi i Australiji. — Potonine . . . . 127—142

XI. **Visočine.**

Razlika med visočinom i nizinom razno se shvaća. — Kako bi bilo na zemlji, da ne ima gora, a kako, da su gore drugačije poredjane. — Zgodna razredba visočina na zemlji sbližuje podneblja i godišnja doba. — Vispoljane Azijske, Evropske, Američke i Afričke. — Krasota gorskih vrhunaca. — Gomilasta su gorja većinom starije formacije. — Sukosja su nastala uzdizanjem zemaljske kore. — Gorja su za se individuji. — Kako gore djeluju na ljude. — Svete gore starijih naroda; naš narod o gorah — Danas se strastveno polaze gorja. — Koji su tomu razlozi. — Doline orografijske i erozijske uzdužne i popriečne. — Razni oblici dolina. — Klanci ili prielazi. — Najdublji su klanci nasuprot najvišim vrhuncem. — Ostrmina gorja.

Strana

— Popriečna visina vrhunaca i kopna. — Razna imena gorskih vrhunaca. — Najviša obitavališta ljudska. — Gorska bolest. — Najstrašniji pojavi u gorah . . . . 143—169

XII. Vode.

Kako su stari filozofi visoko cienili vodu. — Razna svojstva vode. — O boji i čistoći vode. — Da li je danas toliko vode na zemaljskom površju kao njekoć. — Hoće li jednom nestati vode na zemlji. — More obćeniti reservoir (sabiralište) vode — Da li se mienja objem mora. — Lemurija. — Premda je morsko lice vodoravno, ipak more nije svuda iste visine — Čega ima u morskoj vodi. — Srebro, sol i razni plinovi u moru — Sladke vode sred mora. — Boja i prozirnost mora — Svjetlucanje ili fosforescencija morske vode . . . . 170—182

XIII. Dubljina i toplota mora.

Kako se polagano upoznala dubljina mora. — Brookeov stroj. — Starija su mjerenja nepouzdana. — Dubljina pojedinih oceana. — Reclus o dubljinah mora. — Miller-Casela toplomjer. — S dubljinom mora pada njegova toplota — Popriečna toplota oceana. — Toplota manjih mora. — Led u moru. — Ledeno blistanje. — Ledene poljane i ledene gore. — Weyprecht — Payer. — Led na morih umjerenoga pojasa . . . . . . 183—195

XIV. Gibanje mora.

More riedko posve miruje — Uzrok morske gibavice. — Mareta. — Visina morskih valova. — Dubljina uzrujanoga mora. — »Ras de marée«. — Mlat ili plač mora. — U polarnih morih ublažuje gibavicu razdrobljeni led a u umjerenom pojasu ulje. 196—201

XV. Morske struje.

Morske su struje znamenitije nego gibavica — Zašto si je more svuda posve nalično — Glavni uzroci struja. Strujanje mora od pola k polutniku i obratno. — Razne vrsti struja. — Zatonska ili Floridska struja. — Maury, Peschel i Peterman o toj struji. — Polagano upoznavanje te struje. — Izvor, dubbljina i brzina Floridske struje. — Četiri rukava Floridske struje. — Sargažka livada. — Velika toplota Floridske struje i njezino djelovanje na sjeverno-zapadnu Evropu. — Koji su uzroci te struje. — Nazori Catlina, Franklina i Coldinga. — Koliko je skraćen put tom strujom med Evropom i Amerikom. — Ostale morske struje u Atlantskom oceanu. — Struje u Velikom oceanu imenito Kuro-Sivo ili crna rieka. — Indijski ocean. — Manje struje . . . . 202—219

Strana

XVI. Plima i osjeka.

Što su morska doba (plima i osjeka); razlika med njimi i med strujami. — Upoznavanje morskih doba od najstarijih vremena. — Suglasje morskih doba sa kretanjem mjeseca. — Laplaceova teorija. — Trbuljina. — Plimica. — Whewellova teorija ne vriedi. — Lučko vrieme. — »Cotidal lines«. — Zaton sv. Mihalja. — Plima i osjeka u Sredozemskom moru po najnovijih opažanjih. — Euripsko tiesno. — Scila i Karibda. — Morska doba u ostalih zatvorenih Evropskih morih. — Ušća rieka, gdje je slaba i jaka plima. — Neizmjernost sila, koje uzročuju morska doba; kako bi se dale te sile upotrebiti na korist čovječanstva. — Plima zadržaje kretanje zemlje. — Po morskih se doba dade zaključiti tvrdoća zemlje . . . . 220—239

XVII. Voda na kopnu.

Vode sviju rieka na zemlji izčezavaju pred nepreglednom vodom oceana. — Kolanje vode. — Odakle oborina. — Izvori ili vrela. — Krasota izvora. — Kako postaje izvor — Artežki zdenci. — Topla vrela. — Razne primjese u vodah tekućicah. — Podmorska vrela. — Podzemne šupljine, koje je voda izdubla. — Gdje ima najviše špilja. — Viktorijine špilje u Yorkshiru . . . . 240—258

XVIII. Rieke.

Vode tekućice. — Velerieke, rieke, potoci. — Glavne rieke. — Misisipi-Misouri. — Reclus o glavnih riekah. — Vodomedja i razdvajanje rieka. — Priegled rieka po dužini tieka. — Rieke po množini vode. — Amazonka. — Koliko vode donose pojedine rieke moru. — Rieke u tropskom pojasu. — Poplave Evropskih rieka sve su češće. — Djelovanje rieka u gornjem tieku. — Preobrazbe tla u gornjem tieku rieka. — Slapovi. — — Niagarski slap. — Srednji tiek rieka. Cañoni Kolorada. — Dolnji tiek rieka. — Ušća. — Delte (raztoci) i njihov postanak. — Spajanje delta. — Njeke delte rastu, druge se smanjuju. — Baerov zakon. — Buduće promjene zemaljskoga površja djelovanjem vode tekućice. — Znamenitost rieka njekoć i danas . 259—280

XIX. Jezera.

Jezera su po svojoj naravi po sriedi med morem i vodom tekućicom. — Jezera bez odtoka i njihov postanak, veličina, dubljina, zemljopisna razširenost, množina vode i sadržina soli. — Jezera s odtokom ili riečka jezera. — Zemljopisna razširenost sladkih jezera. — Kako utječe oblik tla i podneblje na ta jezera. — Veličina, dubljina, oblik i boja sladkih jezera. — Grujska i fjordska jezera. — Močvare . . . . 281—293

Strana

XX. **Zrak.**

Vanredna znemenitost zraka po sav ustrojni život na zemlji. — — Pruživost i posvudnost zraka čini zemlju malenom. — Visina zračišta. — Zrakoplovci Glaisher i Coxwel. — Lučbena počela zraka. — Ozon. — Znamenitost vodene pare u zraku. — Najznamenitija svojstva zraka. — Prozirnost. — Objam. — Teža i tlak zraka — Barometar i njegova znamenitost za mjerenje visine. — Izobare. — Najveća i najmanja barometrijska visina. — Pojavi svjetla u zračištu. — Obća dnevna svjetlost. — Boja nebeskoga svoda. — Zora i večernji žar. — Sumrak. — Duga. — Reclus o tih pojavih. — Zračne obsjene . . . 294—309

XXI. **Oborina.**

Množina vodene pare u zraku. — S toplinom raste i izhlapljivanje. — Zasićeno zračište. — Rosa. — Magla. — Oblaci i njihova visina i krupnoća — Kopneni i pomorski oblaci. — Glavne vrsti oblaka. — Kako djeluju oblaci na ljude — Naoblačenost neba — Snieg. — Solika. — Tuča. — Zakoni oborine. — Kako djeluju šume na oborinu. — U vrućem pojasu pada najviše kiše. — Pojas bez kiše. — Subtropski pojas zimskih kiša. — Oborina u svako godišnje doba. — Kako se mjeri visina oborine. — Razdioba oborine po Evropi . , . . 310—322

XXII. **Ledenjaci.**

Pojas mješovitih oborina. — Sniežnica. — Kako daleko dopire sniežnica na raznih gorah i što se odatle zaključuje. — Plazovi ili lavine. — Plazuri ili ledenjaci. — Kako postaju ledenjaci. — Spuštanje ledenjakâ u dol. — Pukotine na ledenjacih. — Razne vrsti gruja ili morena. — Zabludjelo kamenje. — Kako su ledenjaci razšireni po zemaljskom površju. — Znamenitost ledenjakâ za podneblje i za natapanje zemaljskoga površja . . . . 323—332

XXIII. **Vjetrovi.**

Kako postaje vjetar. — Vjetar s kopna i vjetar s mora. — Kako vodeni hlapovi u zraku djeluju na vjetrove. — Pasati, antipasati. — Sličnosti med oceanskimi i zračnimi strujami. — Monsuni. — Godišnji ili etezijski vjetrovi u Sredozemskom moru. — Pojas tišine oko polutnika. — Nestalni i promjenljivi vjetrovi umjerenoga i polarnoga pojasa. — Prielazni vjetrovi. — Mjestni vjetrovi. — Samum (Samiel, Chamsin, Harmattan). — Scirocco. — Solano. — Föhn, Mistral. — Bura. — Trombi. — Pješčana i vodena vitlica. — Tornados. — Cikloni. — Užasan orkan dne 10. listopada god. 1780. . . . . 333—348

Strana

XXIV. Podneblje.

Što je podneblje i o čem ovisi. — Izvori topline. — Koliko prima zemlja od ostalih stajačica topline. — Jakost sunčane topline. — Dnevna doba ili perioda toplote. — Primorsko i kopneno podneblje. Kako utječe visinska razgrana kopna a kako rašće na toplotu. — Izotherme, izothere i izochimene. — Razlika toplote med sjevernom i južnom polutkom. — Povoljna toplota Evrope. — Supanovi pojasi. — Izvanredne promjene toplote. — U povjestno se doba nije znatno promienila toplota na zemlji. — Ledenjaci Švicarske. — Jedno ili dva ledena doba. — Hoće li zemlja doživjeti još koje ledeno doba. — Toplota na zemlji za tercijarne perijode (novoga vieka) . . . . . . 349—360

No. 644

LIBRARY FACILITY
A 000 124 656 0

IVAN [illegible] KNJIGOVEŽA U ZAGREBU